การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

A STUDY OF ELECTRICITY PRODUCED FROM BANANA STEM LIQUID AS AN ELECTROLYTE



บุญช่วย ชาญประโคน

BOONCHAUY CHANPRAKON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-368-2

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

A STUDY OF ELECTRICITY PRODUCED FROM BANANA STEM LIQUID AS AN ELECTROLYTE

T 032871

บุญช่วย ชาญประโคน

BOONCHAUY CHANPRAKON

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-368-2

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 32871
วัน, เดือน, ปี..... 14 มิ.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY OF ELECTRICITY PRODUCED FROM BANANA STEM LIQUID AS AN ELECTROLYTE

BOONCHAUY CHANPRAKON

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1999

ISBN 974-622-368-2



COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

A STUDY OF ELECTRICITY PRODUCED FROM BANANA STEM LIQUID AS AN ELECTROLYTE

ชื่อนักศึกษา นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน

รหัสประจำตัว 40064216

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล

ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ปรียาพร	วงศ์อนุตรโรจน์	
รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	
ผศ.ดร.พรรณี	ลีกิจวัฒนะ	
ดร.อรวรรณ	ชัยลภากุล	
ผศ.ดร.อัญชลีพร	วาริทสวัสดิ์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 22 มกราคม 2542 **เวลา** 9.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 20 **เดือน** มีนาคม **พ.ศ.** 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
นักศึกษา	นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน
รหัสประจำตัว	40064216
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางไฟฟ้าของส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย และของเหลวที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 M จากการวัดค่าความเป็นกรด-เบส พบว่ากล้วยสุกมีความเป็นกรดมากที่สุด คือ pH 4.6 พบว่า รากกล้วย ลำต้น ผลดิบ และดอกกล้วย มี pH ในระดับกลาง (ประมาณ 5.0-6.23) และของเหลวที่สกัดได้จากลำต้นกล้วยเน่ามีค่า pH สูงที่สุด คือ 7.37 นอกจากนี้ได้ทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าของต้นกล้วย และของเหลวที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย พบว่าของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วย ความเข้มข้น 100 % ให้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด นอกจากนี้พบว่าศักย์ไฟฟ้าและกระแสที่ได้จากสารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1 M มีค่ามากกว่าของเหลวที่สกัดได้จากต้นกล้วย เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 M ให้ศักย์ไฟฟ้า 0.71 V และกระแส 15.67 mA ปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีของเซลล์นี้เกิดรวดเร็ว เป็นผลทำให้อิเล็กโทรดสลายตัวเร็ว เซลล์ไฟฟ้าเคมีของของเหลวที่สกัดได้จากลำต้นกล้วยให้ศักย์ไฟฟ้า 0.5 V และกระแส 2.5 mA แต่อิเล็กโทรดของเซลล์นี้จะสลายตัวช้ากว่าอิเล็กโทรดของเซลล์ที่ใช้กรดซัลฟิวริก เมื่อนำเซลล์ที่ใช้ของเหลวที่สกัดได้จากต้นกล้วยมาต่อกันแบบแบตเตอรี่ สามารถให้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Study of Electricity Produced from Banana Stem Liquid as an Electrolyte
Student	Miss Boonchauy Chanprakon
Student ID.	40064216
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	1999
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Preeyaporn Wonganutrohd
Thesis Co-advisor	Dr. Orawon Chailapakul
	Asst. Prof. Dr. Anchaleeporn Waritswat

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the electrolytic properties of various parts of banana and banana liquid extract (obtained from the various parts of the banana tree) with 1 M sulfuric acid solution. The lowest pH values, i.e. pH 4.60, were found for the ripe banana, intermediate pH levels (pH 5.50 to 6.23) were found for the banana root, stem, raw banana and the banana flower, and highest pH levels (pH 7.37) were found for liquid extracted from the putrefied banana trunk. Moreover electrical conductivity, voltage and current were measured for the various parts of the banana tree and its liquid extract. It was found that liquid extracted from the banana stem without dilution (100 % extract) generated the maximum electricity. In addition, electrical voltage and current produced from 1 M H_2SO_4 solution was found to be higher than that produced from liquid extracted from banana stems. An electrochemical cell of 1 M H_2SO_4 provided a voltage of 0.71 V and a current of 15.67 mA. The electrochemical reaction of this cell was fast and resulted in rapid decomposition of the electrodes. The electrochemical cell of liquid extracted from the banana stem provided a voltage of 0.5 V and a current of 2.5 mA. However, the electrodes did not decomposed as rapidly as for the sulfuric acid cell. A battery of cells prepared from banana liquid extract generated sufficient electricity to operate a variety of domestic electrical appliances.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะคำแนะนำจาก รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล และ ผศ.ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ นายปวม ชาญประโคน และ นางชม ชาญประโคน บิดามารดาที่สนับสนุนส่งเสริมผู้วิจัยทั้งกำลังทรัพย์และกำลังใจ บุญกุศลความดีงามและความรู้ที่ผู้อ่านอาจจะได้รับจากงานวิจัยเล่มนี้ขอมอบแด่ท่านทั้งสองด้วยความเคารพรักยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการสถิตย์ กิ่งจันทร์ ที่ได้ให้ความกรุณาส่งเสริมให้ผู้วิจัยเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิตที่คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ควบคุมการปฏิบัติการทดลองเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองบางส่วน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณตังทั่ง เจริญธนรุ่ง และ คุณอำนวย เจริญธนรุ่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือด้านที่พักในระหว่างการศึกษา อุปกรณ์ที่ใช้ในการพิมพ์งานวิทยานิพนธ์ อีกทั้งคอยให้กำลังใจอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท พี่และน้อง นักศึกษาแห่งสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขออาราธนาคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายโปรดคลบันดาลให้ทุก ๆ ท่านที่กล่าวมาข้างต้น ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงาน และมีความสุขในชีวิตตลอดไป

บุญช่วย ชาญประโคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 3

1.4 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 4

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 5

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ความรู้เรื่อง "กล้วย" 7

2.2 การค้นพบเซลล์ไฟฟ้าเคมี 14

2.3 การนำไฟฟ้าของสารละลาย 15

2.4 เซลล์ไฟฟ้าเคมี 17

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 23

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 24

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 29

3.4 การดำเนินการทดลอง 29

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 36

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 66

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 66

5.2 สมมติฐานของการวิจัย 66

5.3 ขอบเขตของการวิจัย 67

5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 67

5.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 68

5.6 วิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล 68

5.7 สรุปผลการวิจัย 70

5.8 อภิปรายผล 71

5.9 ข้อเสนอแนะ 72

บรรณานุกรม 74

ภาคผนวก 77

ประวัติผู้เขียน 81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางแสดงข้อตกลงเกี่ยวกับอิเล็กโทรดของเซลล์อิเล็กโทรไลต์
กับเซลล์ไฟฟ้าเคมี 21

4.1 ผลการทดสอบความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย
ด้วยเครื่อง 654 pH-meter 37

4.2 ผลการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย
และสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร 38

4.3 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย
เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ 39

4.4 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจาก
การใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์
ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 40

4.5 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ
ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 41

4.6 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้
จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
(จากตารางที่ 4.2 และ 4.5) 42

4.7 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและ
ลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ
100 % ,75 %, 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 46

4.8 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด
และลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 49

4.9 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลว
ที่ได้จากลำต้นกล้วยสดความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์
(จากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.8) 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 %เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ (จากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.8) 50

4.11 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 54

4.12 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าจากของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นและของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ (เปรียบเทียบจากตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11) 55

4.13 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ 59

4.14 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 59

4.15 ผลของการนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งของแข็งและของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ จากเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์ 64

4.16 ผลของการนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ จากเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์ 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย 12
2.2 ภาพแสดงการแตกตัวของกรดแอซิติกในน้ำเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์
The dissociation of acetic acid in aqueous solution 16
2.3 ภาพแสดงไดอะแกรมของเซลล์อิเล็กโทรไลต์ 17
2.4 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะสังกะสีขณะทำปฏิกิริยากับ
สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต 18
2.5 ภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่ไม่มีสะพานไอออน 19
2.6 ภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่มีสะพานไอออน 20
3.1 ภาพอุปกรณ์การทดลองชุดเครื่องระเหย (Evaporator) หรือ By the New Buchi
Rotary Evaporator ROTAVAPOR 110, RE, 120 and EL 130 25
3.2 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดเครื่องวัด 654 pH-meter 26
3.3 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า Konduktometer CG 855 27
3.4 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดกัลวานิกเซลล์อย่างง่าย แบบ 4 เซลล์ 16 เซลล์
ที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้ 28
3.5 ภาพตัวอย่างการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง 29
3.6 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ผลกล้วยสุกเป็นอิเล็กโทรไลต์ 31
4.1 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย 43
4.2 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของ
ต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 44
4.3 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด
และลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ
100 %, 75 %, 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 47
4.4 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด
และลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ
100 %, 75 %, 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.5 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด และลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 51

4.6 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด และลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 52

4.7 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่น 53

4.8 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นและของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่า (จากตารางที่ 4.12) 56

4.9 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 57

4.10 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ 60

4.11 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ 61

4.12 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร (จากตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.13) 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการดำรงชีพของเราเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานตลอดวันเริ่มตั้งแต่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้ความอบอุ่นและแสงสว่างในการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา การเดินทางด้วยพาหนะที่ใช้พลังงานจากเชื้อเพลิง กลางคืนใช้แสงสว่างจากพลังงานไฟฟ้า ฯลฯ ตัวอย่างของการใช้พลังงานอื่น ๆ เช่น การยิงจรวดออกสู่อวกาศ การวิดน้ำโดยใช้กังหันลม

ตั้งแต่ทอมัส แอลวา เอดิสัน ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าสำเร็จ ในปี พ.ศ. 2422 พลังงานไฟฟ้ากลายเป็นพลังงานที่สำคัญในการที่มนุษย์นำไปใช้มากที่สุด เนื่องจากเทคโนโลยีด้านเครื่องใช้ไฟฟ้าได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว มีการสร้างอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องอำนวยความสะดวกที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าขึ้นมากมาย เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น (ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. มปป. : 165)

การทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าทำได้หลายวิธี เช่น ปฏิกิริยาทางเคมี การใช้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวด หรือการใช้ขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก เป็นต้น ถ่านไฟฉายก็เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดหนึ่ง กระแสไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายเกิดจากปฏิกิริยาเคมีซึ่งอยู่ภายในก้อนถ่านไฟฉาย ปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีเป็นเรื่องที่น่าสนใจเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นเรื่องที่คาบเกี่ยวระหว่างสาขาเคมีและฟิสิกส์ ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานในการนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันตลอดจนคุณประโยชน์ของปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีที่มีต่อมนุษย์

กระบวนการไฟฟ้าเคมีเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญมากต่อวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม เช่น มีการนำเอาเซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cell) ไปใช้ในการผลิตไฮโดรเจน ออกซิเจน โอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ คลอรีน และโซเดียมไฮดรอกไซด์ นอกจากนั้นยังใช้ในการทำโลหะให้บริสุทธิ์ การชุบโลหะและโลหะผสม และที่สำคัญมากในอุตสาหกรรมก็คือการใช้เซลล์ไฟฟ้าเคมีผลิตกระแสไฟฟ้าจากสารเคมี เช่นในแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ และเซลล์เชื้อเพลิง (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2534 : 1)

สารเคมีที่นำไฟฟ้าได้นั้นเรียกว่าสารอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ซึ่งประกอบด้วยไอออนบวก (Positive Ion) และไอออนลบ (Negative Ion) เป็นตัวเคลื่อนที่ที่ทำให้เกิดการนำไฟฟ้า ซึ่งแตกต่างจากการนำไฟฟ้าของพวกโลหะ เพราะว่าในโลหะนั้นมีอิเล็กตรอนอิสระเป็นตัวเคลื่อนที่ที่ทำให้เกิดการนำไฟฟ้า ในสารละลายไม่มีอิเล็กตรอนอิสระและไอออนของสารละลายไม่ถูกยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่กับที่ เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้ากับสารละลายจะทำให้ไอออนบวกและไอออนลบเคลื่อนที่ไปในทางตรงกันข้าม จึงเป็นผลทำให้ครบวงจร (ทองศุข พงศทัต และคณะ. 2515 : 63) จากตัวอย่างกิจกรรมการทดลองตามแบบเรียน ว 305 ม.3 (สสวท.) และ ว 035 ม.6 (สสวท.) เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี ได้กำหนดสารอิเล็กโทรไลต์ คือ สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) หรือ กรดกำมะถันไปทำให้เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีโดยมีแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเป็นขั้วไฟฟ้า (Electrode) สารเคมีดังกล่าวเป็นสารที่มีอันตรายมาก กล่าวคือ ถ้ากรดเข้มข้นถูกผิวหนังจะเกิดแผลไหม้ ถ้ากรดเจือจางถูกผิวหนังจะทำให้เกิดความระคายเคืองและเป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง ถ้ารับประทานกรดเข้าไปจะทำลายอวัยวะภายในอย่างรุนแรง อีกทั้งไอกรดยังทำลายเยื่อจมูก และทำลายสภาพแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531 : 1-19)

จากการศึกษาปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีพบว่าสารอิเล็กโทรไลต์นั้นสามารถเตรียมได้จากสารละลายกรด-เบส เช่น H_2SO_4 , CH_3COOH , NaOH , $Ca(OH)_2$, K_2SO_4 ฯลฯ (ทองศุข พงศทัต และคณะ. 2515 : 12) และเมื่อนำของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยมาทดสอบเกี่ยวกับค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าโดยนำมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ พบว่าของเหลวจากทุกส่วนของต้นกล้วยสามารถใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ได้อย่างดี ผู้วิจัยได้ทดลองนำส่วนที่เป็นของเหลวจากลำต้นของกล้วยทั้งลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าไปใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทนสารเคมีคือสารละลายกรดซัลฟิวริก เนื่องจากผู้วิจัยได้ตระหนักถึงผลกระทบและอันตรายอันเกิดจากการใช้สารเคมี พบว่าของเหลวจากลำต้นกล้วยสามารถนำมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์แทนสารละลายกรดซัลฟิวริกได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นการช่วยลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อวัสดุในการทดลองวิทยาศาสตร์ช่วยประหยัดรายจ่ายของประเทศได้ระดับหนึ่ง

ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ” เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี และเพื่อประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ครู อาจารย์ นักเรียน นักศึกษาตลอดจนผู้สนใจทั่วไปได้นำความรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าจากต้นกล้วยไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านการเรียนการสอนและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ สังคมของเยาวชน และประชาชนในท้องถิ่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายและจุดเน้นของกรมสามัญศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

1.2.2 ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

1.2.3 ศึกษาเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสดกับของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

1.2.4 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

1.2.5 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

สารอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ในแบตเตอรี่ปัจจุบันคือสารละลายกรดซัลฟิวริก กรดซัลฟิวริกเป็นสารเคมีที่มีอันตราย ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ในบทเรียนเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี (ม.ต้น ว 305 และ ม.ปลาย ว 035 : สสวท.) ก็ได้กำหนดให้ใช้กรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ อันตรายจากสารละลายกรดซัลฟิวริกนอกจากอาจจะส่งผลกระทบต่อชีวิตและร่างกายแล้วยังอาจทำลายสิ่งแวดล้อมได้ด้วย ดังนั้นการนำสารที่มีในธรรมชาติ ได้แก่ ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วย มาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์แทนสารเคมีดังกล่าวจึงเป็นวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

1.4 สมมติฐานของการวิจัย

ของเหลวจากลำต้นกล้วยมีสภาพเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สามารถนำมาใช้สำหรับเซลล์อิเล็กโทรไลต์เพื่อสร้างพลังงานไฟฟ้า โดยต่อแบบอนุกรมหลาย ๆ เซลล์ และสามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงแทนพลังงานจากถ่านไฟฉายได้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการนำสารจากธรรมชาติ คือ ของเหลวจากต้นกล้วยมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ต้นกล้วยที่นำมาศึกษา คือ ต้นกล้วยน้ำว้า เพราะหาได้ง่ายกว่ากล้วยชนิดอื่น ๆ ขั้นตอนในการศึกษามีดังนี้

1.5.1 ศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

1.5.2 การทดสอบและเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีโดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นอิเล็กโทรไลต์กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรส่วนของต้นกล้วยที่ใช้ศึกษามีดังนี้

1.5.2.1 ส่วนราก

1.5.2.2 ส่วนลำต้น

1.5.2.3 ส่วนดอกกล้วย (ปลี)

1.5.2.4 ส่วนผล (ผลดิบและผลสุก)

1.5.2.5 ส่วนที่เป็นของเหลวจากการกรองและการกลั่นของเหลวจากลำต้นกล้วยสดและของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า

1.5.3 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการนำของเหลวจากต้นกล้วยมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์

1.5.4 การทดสอบเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าจากการกรองและการกลั่น ความเข้มข้น 100% กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

1.5.5 การทดลองใช้แผ่นทองแดง (Cu) กับแผ่นสังกะสี (Zn) เป็นขั้วไฟฟ้า โดยใช้ความกว้าง 1 เซนติเมตร และความยาว 7 เซนติเมตร

1.5.6 การทดสอบผลของการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง

1.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบกระแสตรงโดยใช้ของเหลวจากต้นกล้วยและส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย เป็นสารอิเล็กโทรไลต์แทนสารอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสารเคมี คือกรดซัลฟิวริก ซึ่งการใช้สารที่ได้จากธรรมชาติจะปลอดภัยกว่าการใช้สารเคมี และในการศึกษาได้กำหนดตัวแปรในการทดลองดังนี้

1.6.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

1.6.1.1 ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่

(1) ส่วนราก

(2) ส่วนลำต้น

(3) ส่วนดอกกล้วย (ปลี)

(4) ส่วนผล (ผลดิบและผลสุก)

1.6.1.2 สภาพของต้นกล้วย

(1) ของเหลวจากลำต้นกล้วยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า

1.6.1.3 วิธีการแยกของเหลวจากลำต้นกล้วย

(1) วิธีการกรอง

(2) วิธีการกลั่น

1.6.1.4 ปริมาณความเข้มข้น

(1) ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยใช้ความเข้มข้น 100 % 75% 50 % และ 25% เปรียบเทียบโดยน้ำหนักต่อน้ำหนักในหน่วยกรัม ซึ่งทำให้เจือจางโดยใช้น้ำกลั่น

(2) สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

1.6.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยวัดได้จากความต่างศักย์ (Voltage) มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) และค่ากระแสไฟฟ้าในที่นี้กำหนดหน่วยเป็นมิลลิแอมแปร์ (mA)

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีคำบางคำที่ใช้อาจจะมีความหมายที่แตกต่างไปจากคำที่ใช้กันทั่วไป ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ดังนี้

1.7.1 การบด หมายถึงการทำให้ละเอียดโดยวิธีตำหรือปั่น

1.7.2 การกรอง (Filtration) หมายถึงการแยกส่วนที่เป็นของแข็งออกจากส่วนที่เป็นของเหลวหรือสารละลายโดยใช้ตัวกลางที่มีรูพรุน (Porous Media) ในที่นี้ใช้ผ้าขาวบาง

1.7.3 การกลั่น (Distillation) หมายถึงวิธีการที่แยกของเหลวจากลำต้นกล้วยออกจากส่วนที่เป็นของแข็งโดยนำไปต้มให้เป็นไอและทำให้ไอนั้นควบแน่นกลับมาเป็นของเหลวอีกครั้งโดยใช้เครื่อง Evaporator

1.7.4 อิเล็กโทรไลซิส (Electrolysis) หมายถึงกระบวนการที่ใช้พลังงานไฟฟ้าไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยต่อวงจรให้ครบลงไปในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ หลักการของการแยกสลายด้วยไฟฟ้าประกอบด้วยเครื่องมือที่มีขั้วไฟฟ้าจุ่มในสารละลายที่มีไอออนบวกและไอออนลบ พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาจะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากขั้วบวก (Anode) ไปยังขั้วลบ (Cathode) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยาเคมีต้องเกิดขึ้นเพื่อรับอิเล็กตรอนจึงทำให้วงจรสมบูรณ์ (ทองศุข พงศทัต และคณะ. 2515 : 64)

1.7.5 อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หมายถึงสารเคมีที่นำไฟฟ้าได้ โดยเกิดจากการเคลื่อนที่ของไอออนในสารละลายของอิเล็กโทรไลต์ ทำให้สารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นสารที่นำไฟฟ้า (สุธน เสถียรยานนท์. มปป. : 178)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.6 ขั้วไฟฟ้า (Electrode) หมายถึงแผ่นโลหะที่จุ่มในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา ขั้วไฟฟ้าเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า อิเล็กโทรด ประกอบด้วย 2 ขั้วที่ทำด้วยโลหะที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 2)

1.7.7 เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Cell) หรือ กัลวานิกเซลล์ (Galvanic Cell) หมายถึงเซลล์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 19)

1.7.8 แอโนด (Anode) หมายถึงแท่งสังกะสี หรือโลหะที่ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิด

1.7.9 แคโทด (Cathode) หมายถึงแท่งทองแดง หรือโลหะที่ปฏิกิริยารีดักชันเกิด

1.7.10 มัลติมิเตอร์ (Multimeter) หมายถึงเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน หน่วยที่วัดคือ แอมแปร์ (A)

1.7.11 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter) หมายถึงเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต่างศักย์ หรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าในวงจร โวลต์มิเตอร์มีความต้านทานสูงและต้องต่อแบบขนานกับจุดที่ต้องการวัดความต่างศักย์ที่วัดออกมานั้นก็คือแรงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่วิ่งรอบวงจร หรืออีกนัยหนึ่งก็คือเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาของสารนั้นนั่นเอง

1.7.12 ศักย์ไฟฟ้า หมายถึงพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือถ่ายเทประจุไฟฟ้า 1 หน่วย ในระหว่างจุด 2 จุดใด ๆ ของตัวนำ จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่าในตัวนำนั้น หรือปฏิกิริยาเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ให้พลังงานไฟฟ้า โดยการขับดันกระแสไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้า ซึ่งวัดความต่างศักย์โวลต์มิเตอร์มีหน่วยเป็นโวลต์ได้ด้วย (สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. 2521 : 290)

1.7.13 แรงเคลื่อนไฟฟ้า หมายถึงพลังงานหรืองานที่ใช้ในการถ่ายเทหรือเคลื่อนที่ประจุ 1 หน่วย ตลอดวงจรทั้งภายในและภายนอกเซลล์ มีค่าเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ไฟฟ้าภายในเซลล์กับความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. มปป : 186)

1.7.14 ไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึงกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการต่อวงจรและไหลได้ทางเดียวตลอดเวลาจากขั้วบวกผ่านวงจรไปยังขั้วลบ (ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. มปป. : 172)

1.7.15 พลังงานไฟฟ้าจากของเหลวของต้นกล้วย หมายถึงพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโตรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี หรือกัลวานิกเซลล์ การวัดค่าพลังงานไฟฟ้าสังเกตได้จากค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยเรียงตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ความรู้เรื่อง "กล้วย"

2.2 การค้นพบเซลล์ไฟฟ้าเคมี

2.3 การนำไฟฟ้าของสารละลาย

2.4 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

2.1 ความรู้เรื่อง "กล้วย"

กล้วยเป็นพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ได้เกือบทุกส่วน เช่น ดอก (ปลี) ใช้เป็นอาหารและยาแก้โรคโลหิตจางลดน้ำตาลในเลือด ผลดิบใช้เป็นยาฝาดสมานแผลในกระเพาะอาหาร ผลสุกใช้รับประทานช่วยระบายท้อง ยางต้นสดใช้ห้ามเลือดรักษาแผล และลำต้นใช้เป็นอาหารสุกร ใบใช้ห่อของ กาบใช้ทำเชือก เป็นต้น

กล้วยเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีราคาถูก หาซื้อได้ทั่วไป ประกอบกับเป็นพืชที่ปลูกง่าย เจริญเติบโตได้ดีในทุกภาคของประเทศไทย และให้ผลเร็วจึงเป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไป นอกจากจะใช้บริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง (เดียว วงศ์สุวรรณ และคณะ. 2530 : 5)

กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ มีอายุหลายปี เมื่อโตเต็มที่อาจมีความสูง 2-9 เมตร ต้นแท้จริงของกล้วยเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน ส่วนลำต้นที่มองเห็นเป็นลำต้นเทียม ประกอบด้วยกาบใบที่อัดกันแน่น ทรงพุ่ม ส่วนบนของลำต้นประกอบด้วยใบและช่อดอก ที่เกิดจากจุดเจริญของเหง้า (เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2528 : 95)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมวิธานได้จัดจำแนกกล้วยตามลำดับดังนี้

Class	Monocotyledoneae
Order	Zingiberales
Family	Musaceae
Genus	Musa
Section	Eumusa
Species	Spp.

(เดียว วงศ์สุวรรณ และคณะ. 2530 : 9)

พืชในตระกูล Musaceae จัดแบ่งออกเป็น 2 สกุล ตามลักษณะของการแตกกอ คือ สกุลกล้วยโทน (Ensete) ได้แก่ กล้วยที่ไม่มีการแตกกอ จะขึ้นเป็นต้นเดี่ยว ๆ อีกสกุลหนึ่งคือ กล้วยแตกกอ (Musa) ได้แก่ กล้วยที่มีการปลูกกันทั่วไป (หวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527 : 5)

รากที่ทำหน้าที่จะเป็นระบบรากฝอย โดยปกติรากฝอยของกล้วยจะอยู่ในระดับลึกลงไปในดินเพียง 15 เซนติเมตร (กองการค้นคว้าและทดลอง กรมกสิกรรม. 2511 : 39)

ลำต้นที่แท้จริงของกล้วย เป็นเหง้าที่มีขนาดใหญ่ อาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 30 เซนติเมตร บนเหง้าจะมีข้อและปล้องขนาดสั้นมาก เนื้อเยื่อของเหง้าเต็มไปด้วยแป้ง จุดเจริญที่เหง้าจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดใบ และช่อตามลำดับ (วัฒนา เสถียรสวัสดิ์. 2511 : 16)

ใบกล้วยมีขนาดใหญ่ แผ่นใบกว้าง 70-100 เซนติเมตร ยาว 150-400 เซนติเมตร สัดส่วนของใบ (Leaf Ratio) หรือความยาวต่อความกว้างประมาณ 2.0-4.5 (เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2528 : 116)

ช่อดอก จุดเจริญของใบจะพัฒนาเป็นจุดเจริญของช่อดอกเมื่อต้นอายุได้ 7-9 เดือน ช่อดอกกล้วยมีขนาดใหญ่ มีช่อดอกย่อย (Spike) เกิดเป็นกลุ่ม ช่อดอกย่อยมีจำนวน 8-15 ดอก ช่อดอกข้อแรกถึงข้อที่ 10 จะเป็นดอกตัวเมีย ข้อที่ 11-15 จะเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ส่วนปลายช่อดอกจะเป็นดอกตัวผู้ รูปร่างดอกไม่ได้สมมาตร กลีบเลี้ยงและกลีบดอกแยกกันไม่ชัดเจน คือ ชั้นกลีบรวม 5 กลีบ และกลีบชั้นอิสระ 1 กลีบ เกสรตัวผู้และดอกสมบูรณ์เพศมี 5 อัน เกสรตัวเมียในดอกตัวเมียจะพัฒนาอย่างดี รังไข่มี 3 ช่อง (N.W.Simmonds. 1970 p.110)

ผลกล้วยเป็นแบบ Berry กล้วย 1 เครือ ประกอบด้วยผล จำนวน 5-15 หวี กล้วย 1 หวี ประกอบด้วยผล 5-20 ผล ขนาดผลเมื่อแก่มีความกว้าง 2.5-5.0 เซนติเมตร ยาว 6-35 เซนติเมตร (เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2528 : 167)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกล้วย

2.1.1.1 ระบบรากของกล้วย ต้นกล้าของกล้วยที่เพาะจากต้นกล้วย จะมีรากแก้วในระยะแรกของการเจริญเติบโต และไม่ทำหน้าที่เมื่อต้นมีอายุมากขึ้น รากที่ทำหน้าที่จะเป็นระบบรากฝอย (Fibrous Root System) เช่นเดียวกับรากกล้วยที่เกิดจากหน่อ ระยะแรกรากจะเป็นสีขาวและอวบ ต่อมาจะมีเซลล์คอร์ก และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม เส้นผ่านศูนย์กลางของราก 5-8 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 20-29 เซนติเมตร รากจะเกิดเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 รากที่ผิวของลำต้นใต้ดิน ต้นกล้วยที่สมบูรณ์อาจมีจำนวนรากถึง 400 ราก ในหนึ่งต้น รากจะแผ่ประสานกันเป็นร่างแหอยู่ตามผิวหน้าดิน และลึกลงไปในดินเพียง 15 เซนติเมตร เท่านั้น แต่ในบางครั้งอาจพบว่ามีรากอยู่ในระดับลึกถึง 75 เซนติเมตร ก็มี รากดังกล่าวเป็นรากที่เกิดจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน (Basal Corm)

2.1.1.2 โครงสร้างของเหง้ากล้วย ลำต้นใต้ดิน (Corm) หรือเหง้า มีขนาดใหญ่อาจมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 30 เซนติเมตร มีปล้องขนาดสั้นมาก ที่ผิวของเหง้ากล้วย จะมีรอยแผลที่ใบเกยอัดแน่นอยู่เป็นเส้นรอบวงโดยรอบ เนื้อเยื่อของเหง้าเป็นส่วนสะสมของสารพวกแป้ง ลักษณะภายในเหง้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ แกนกลาง (Central Cylinder) และ ส่วนนอก (Cortex) และจุดรวมระหว่าง 2 ส่วนนี้ จะมีท่อน้ำท่ออาหารประกอบอยู่ทั่วไป ส่วนบนสุดของเหง้าจะมีจุดเจริญเติบโต ต่ำลงไปจากจุดนี้ประมาณ 3 เซนติเมตรจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญเติบโต (Cambium) จุดเจริญจะมีทั้งด้านบนซึ่งจะเจริญเป็นลำต้นและใบ ส่วนด้านข้างของเหง้าจะเป็นรูปครึ่งวงกลมแบน ๆ เป็นจุดเริ่มของการเกิดใบและช่อดอกตามลำดับ ในแต่ละเหง้าอาจมีหลาย ๆ ตา และมีอายุที่แตกต่างกัน จุดเจริญจะพัฒนาไปเป็นหน่อแทงโผล่พื้นดินขึ้นมาเห็นเป็นหน่อขนาดเล็กที่ยังไม่มีใบ (Peeper)

2.1.1.3 หน่อใบแคบ หน่อกล้วยจะเริ่มคลี่ใบออกมา เมื่อลำต้นสูงพ้นดินออกมาประมาณ 60-90 เซนติเมตร หน่อกล้วยที่มีใบแคบ ๆ เรียกว่า หน่อใบแคบ หรือ หน่อดาบ (Sword Sucker)

2.1.1.4 หน่อแก่ เมื่อหน่อใบแคบเจริญเติบโตขึ้นมีใบใหม่ ๆ ขยายใหญ่ขึ้นและโคนหน่อบวมเต่ง จะเป็นหน่อแก่ (Maiden Sucker) หน่อทั้งสองแบบนี้เป็นหน่อตาม (Follower) ซึ่งเป็นระยะที่ดีที่สุดที่จะทำการแยกเพื่อขยายพันธุ์

2.1.1.5 กอของกล้วย หน่อกล้วยเจริญเติบโตขึ้นตามลำดับเริ่มจากหน่อขนาดเล็กจนเป็นหน่อแก่ และเป็นลำต้นที่ตกเครือ (Bearer) กล้วยกอหนึ่งจะมีต้นตกเครือ หน่อตาม และหน่อปลูก หน่อที่เกิดขึ้นมาทีหลังจะอยู่ห่างจากต้นแม่เดิมไปทุกที และอยู่ระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ หรือใกล้กับระดับผิวดินมากขึ้นทุกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.6 ลำต้นของกล้วย ลำต้นเทียม (Pseudostem) คือส่วนที่ยึดตัวของหน่อประกอบด้วยกาบใบ (Leaf Sheath) ที่ประกบกันแน่นเจริญจากลำต้นแท้ขึ้นมาอยู่เหนือผิวดิน มีลักษณะค่อนข้างกลมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10-25 เซนติเมตร สูง 1-3 เมตร ส่วนโคนใหญ่ ผิวลำต้นเรียบเป็นมันสีเขียว ม่วงแดงสลับขาว ตามอายุและลักษณะพันธุ์ ระหว่างการเจริญเติบโต กาบใบจะค่อย ๆ คลี่ออกทีละกาบ ริมกาบใบที่ขนานกันจะค่อย ๆ เรียวเข้าหากันที่ปลายจนกลายเป็นก้านใบที่แข็งแรง ใบเล็กที่เกิดตอนแรก ๆ จะตายไปแล้วเกิดใบใหม่ ใบใหม่จะเกิดที่ปลายยอดของลำต้นเทียมชูสูงชลูดขึ้นไปโดยไม่มีกิ่งก้านสาขา

2.1.1.7 ใบกล้วย การเจริญแรกสุดของใบกล้วยจากเหง้า ใบจะมีลักษณะม้วนเป็นวงกลม ต่อมาเมื่อโผล่จากใจกลางของลำต้นจึงจะคลี่ออกเป็นแผ่นใบ ใบกล้วยที่โผล่พ้นลำต้นเหนือดินจะอยู่ในลักษณะตั้งฉากกับลำต้นแล้วค่อย ๆ ลู่ลง ใบมีขนาดใหญ่ ยาว รี ปลายใบมน โคนใบมนโค้งเข้าหาฐานใบทั้งสองข้าง ขอบใบเรียบผิวใบบนเป็นมันสีเขียวเข้มกว่าผิวใบด้านล่าง แผ่นใบกว้าง 70-100 เซนติเมตร และยาว 150-400 เซนติเมตร สัดส่วนของใบประมาณ 2.0 เท่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ สภาพแวดล้อม และพันธุ์กล้วย ใบจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อต้นกล้วยมีอายุมากขึ้น และจะลดขนาดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเริ่มให้ช่อดอก หลังจากนั้นจะไม่มีใบใหม่เกิดขึ้นอีก ใบกล้วยแบ่งได้สองส่วนคือ เส้นกลางใบ (Midrib) มีความสำคัญเป็นโครงสร้างของใบ ทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ จะมีเส้นฐานใบ และมีร่องเรียวเล็กขนานไปสู่ปลายใบ เส้นใบ (Costal Parallel Veined) เกิดจากเส้นกลางใบเกือบตั้งฉากกัน เส้นใบของกล้วยจะลากขนานจากเส้นกลางใบเกือบจะสุดขอบใบแล้วโค้งขึ้นเป็นเส้นเดียวกันกับเส้นใบอื่น ๆ ที่นำไปสู่ปลายใบ และพบว่าเส้นใบของกล้วยจะไม่มีการแตกสาขาเป็นเส้นใบเล็ก ๆ เลย และในเส้นใบแต่ละเส้นจะมีท่อน้ำ ท่ออาหาร ต่อจากเส้นกลางใบ ดังนั้นเมื่อใบกล้วยฉีกขาดจึงไม่มีผลต่อการส่งน้ำ ส่งอาหาร หรือการปรุงอาหารเลย ใบกล้วยแต่ละข้างจะมีจำนวนเส้นใบมากถึง 17,000 เส้น กล้วยที่สมบูรณ์ให้ช่อดอกและผลจะมีใบประมาณ 10-15 ใบ กล้วยจะเกิดใบใหม่ทุก ๆ 7-10 วัน เป็นการทดแทนใบเก่าที่ตายไป รวมจำนวนใบตลอดวงจรชีวิตของกล้วยมีประมาณ 35-50 ใบ

2.1.1.8 ช่อดอกของกล้วย กล้วยจะเกิดช่อดอกเมื่อหน่อมีอายุ 7-9 เดือน หรือหลังจากปลูกกล้วยด้วยหน่อประมาณ 6-8 เดือน ตาดอกอยู่ที่กลางเหง้า จะเจริญทะลุเหง้าผ่านกลางลำต้นเหนือดิน และโผล่งอกออกมาทางยอดใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 1 เดือน ช่อดอกของกล้วย (Inflorescence) มีขนาดใหญ่ ช่อดอกใหญ่ประกอบด้วยช่อดอกย่อยอยู่รวมกันบนก้านช่อดอก (Peduncle) ที่อ้วนแข็งแรง

2.1.1.9 กาบดอก บนช่อย่อยจะมีดอกเกิดเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2 แถว แต่ละกลุ่มจะมีกาบดอก (Spathlike Bract) สีม่วงแดงรูปไข่รองรับอยู่ ดอกและกาบดอกเรียงตัวแบบเกลียว ช่อดอกย่อยมีจำนวน 8-15 ดอก ดอกเดียวไม่มีกาบดอกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.1.1.10 ลักษณะช่อดอกกล้วย หลังจากที่ช่อดอกโผล่ออกมาจากส่วนยอดกล้วยตาที่อยู่บริเวณโคนกาบปลีซึ่งเป็นส่วนที่ออกผลนั้นจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว กาบจะเปิดและม้วนออก คราวละ 1 กาบหรือมากกว่า เผยให้เห็นดอกตัวเมียที่ติดอยู่กับปลายผลเล็ก ๆ ซึ่งจะเจริญเป็นหวีกล้วยต่อไป ผลเล็ก ๆ เหล่านี้บนก้านช่อดอกจะกลายเป็นเครือกล้วย

2.1.1.11 ดอกสมบูรณ์เพศ รูปทรงของดอกกล้วยแต่ละดอกจะไม่สมมาตร (Zygomorphic) กลีบเลี้ยงและกลีบดอก (Perianth) จะไม่แยกออกจากกันชัดเจน ทำให้มองเห็นกลีบสีเหลืองครีมหรือสีขาว อยู่เป็นสองชั้น คือ ชั้นกลีบรวม (Abaxial Compound Tepal) ซึ่งประกอบด้วยกลีบใหญ่ 3 กลีบและกลีบเล็ก 2 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นอันเดียว และชั้นกลีบอิสระ (Abxial Free Tepal)

2.1.1.12 รูปผ่าตามยาวของดอกตัวเมีย ดอกตัวเมียยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีรังไข่ (Interior Ovary) ที่พัฒนาอย่างดี ภายในรังไข่แบ่งออกเป็น 3 ช่อง (Locule) ไข่เกิดเป็นจำนวนมากโดยเรียงกันเป็น 2-4 แถว ก้านเกสรตัวเมียอวบ และยอดเกสรตัวเมียมี 3 พู เกสรตัวผู้ (Staminodes) มีจำนวน 5 อัน เมื่อเจริญเป็นผล รังไข่จะยังคงอยู่ ส่วนชั้นกลีบเกสรตัวผู้และก้านเกสรตัวเมียจะหลุดร่วงไป มองเห็นเพียงรอยแผลที่ปลายผลแก่

2.1.1.13 ดอกตัวผู้ของกล้วย ดอกตัวผู้จะยาวประมาณ 6 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้ 5 อัน จัดอยู่เป็น 2 ชั้น อับละอองเกสรตัวผู้มีรูปร่างยาว ขนาดใหญ่ ถ้าเป็นกล้วยปลูกมักไม่มีละอองเกสรบรรจุอยู่หรือมีน้อยมาก รังไข่เล็กและฝ่อ มีความยาว 1/4 ของความยาวของดอก ก้านและยอดเกสรตัวผู้จะเรียวเล็ก และดอกจะร่วงอยู่บริเวณฐานของรังไข่เป็นส่วนใหญ่

2.1.1.14 เครือกล้วย (Bunch) คือผลกล้วยทั้งหมดบนก้านดอก

2.1.1.15 หวีกล้วย ผลกล้วยแต่ละกลุ่มที่แต่ละข้อ เรียกว่า "หวี" (Hand) ส่วนแต่ละผล เรียกว่า "ผลกล้วย" (Finger)

2.1.1.16 รูปตัดขวางของผลกล้วย ผลกล้วยเป็นแบบ Berry ใช้เวลาหลังเกิดช่อดอกจนเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน ในกล้วยปลูกจะเกิดการติดผล โดยไม่จำเป็นต้องได้รับการผสมเกสร (Parthenocarpy) เนื้อที่รับประทานได้ (Edible Pulp) เกิดจากเนื้อเยื่อชั้นนอกของช่องในรังไข่ กล้วยปลูกส่วนใหญ่มีเกสรตัวเมียเป็นหมัน เมล็ดจะไม่มีการพัฒนาเพราะจะเหี่ยว และเป็นเพียงจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาลเท่านั้น คุณภาพของกล้วย (Grade) หมายถึงจำนวนของหวีกล้วยในเครือหนึ่ง ๆ กล้วยแต่ละพันธุ์จะมีความแตกต่างในเรื่องของ รูปร่าง ขนาด สีเปลือก สีของเนื้อ รสชาด ความละเอียดของเนื้อ กล้วยรับประทานสด ปริมาณน้ำตาลสูง กล้วยส่วนที่ใช้ปรุงอาหารจะมีปริมาณแป้งสูง เครือกล้วยหนึ่ง ๆ อาจมีจำนวน 5-15 หวี แต่ละหวีมีจำนวนผล 5-20 ผล ผลเมื่อสุกอาจมีสีเปลือกเป็นสีเขียว เหลือง หรือออกแดง

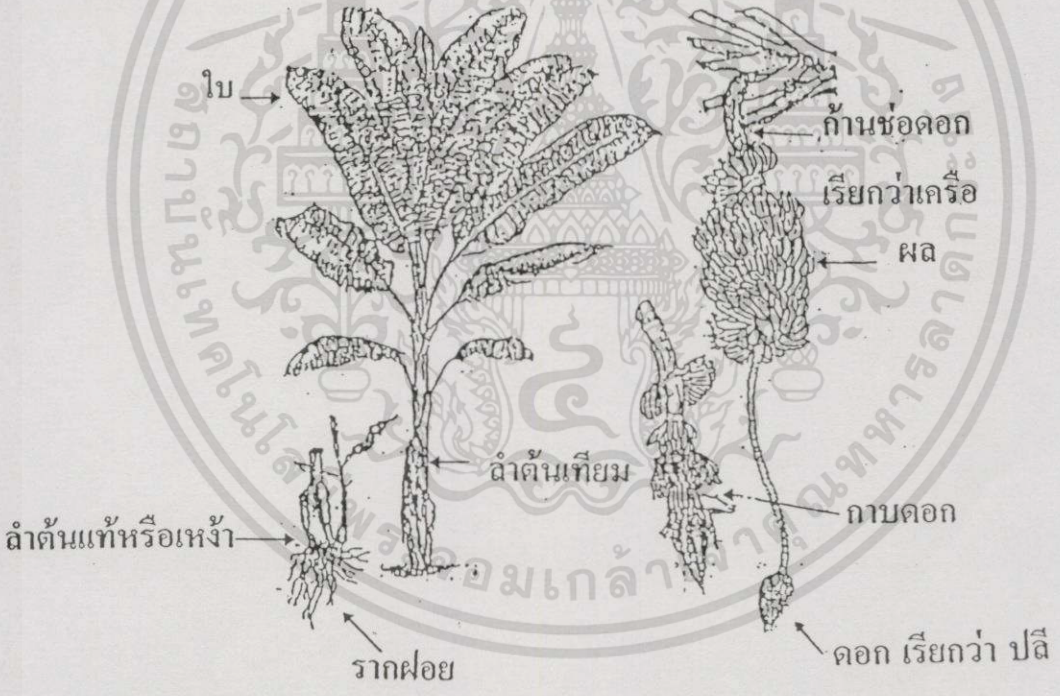
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามนำไปจำหน่าย ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณค่าทางอาหารของผลกล้วย (คิดเป็นร้อยละโดยประมาณ)

น้ำ	75.3
โปรตีน	1.3
ไขมัน	0.6
คาร์โบไฮเดรต	22.0
อื่น ๆ	0.8

- เกลือแร่ เช่น เหล็ก และวิตามิน เช่น เอ บี และ ซี
- ให้พลังงาน 10.2 แคลอรี/100 กรัม
- "กล้วยน้ำว้า" ให้ปริมาณน้ำตาลมากที่สุด
- "กล้วยหอม" ให้โปรตีนมากที่สุด

(หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. มปป. : 1-10)



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

(หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. มปป.: 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้วย

กล้วยมีค่ามากหลากหลาย
เป็นอาหารเป็นยาได้เดี๋ยวจะบอก
ผงผลดิบช่วยกระชิบแก้กระเพาะ
ช่วยระบายท้องไส้ดีจริงจริง
ยางต้นสดห้ามเลือดรักษาแผล
กินผลสุกบำรุงผิวนวลละมัย
นำมาผลิตเซลล์ไฟฟ้าพลังกล้วย
ผลสัมฤทธิ์ที่ได้มาคือพลัง
นำมาต่ออนุกรมได้สามชุด
ใช้แทนถ่านไฟฉายได้ดีจริง
อิเล็กโทรไลต์ มาจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย
แผ่นทองแดงแผ่นสังกะสีดีนักแล
ของเหลวกลั่นจากน้ำลำต้นกล้วย
ใช้แทนกรดซัลฟิวริก โซเดียมคลอไรด์
หรือจะนำหมักทำแก๊สชีวภาพ
ใช้เตรียมหัวเชื้อน้ำส้มสายชูที
หรือเปลือกกล้วยใช้ปรุงแต่งอาหารสัตว์
เราทุกคนพึงกระทำอย่ารั้งรอ
ตั้งแต่ต้นจรดปลายใบดอก
ผลสุกปอกกินได้ง่ายจริงจริง
ผลสุกเหมาะกินได้ไม่ต้องทิ้ง
หรือปอกปิ้งทำขนมได้ถมไป
ดีจริงแท้ใบแห้งมวนสูบได้
น้ำผึ้งใส่ดองกินดูชูกำลัง
สามารถช่วยเร่งกระแสแลฉมัง
ความมุ่งหวังน่าภูมิใจง่ายจริงจริง
สามารถจุดพลังงานอัศจรรย์ยิ่ง
รู้อย่าทิ้งสองจุดห้ามิลลิแอมแปร์
ประกอบด้วยอิเล็กโทรดเข้าโดยแท้
คือของแน่เซลล์ไฟฟ้าค่ามากมาย
ทั้งสดด้วยทั้งเน่าดีมีหลากหลาย
อีกอย่างได้แมกนีเซียมซัลเฟตดี
ได้โปรดทราบแก๊สมีเทนติดไฟนี่
อีกอย่างมีทำกระดาษเขียน วาด ห่อ
สารพัดประโยชน์มีมากมายหนอ
สร้างเสริมก่อผลิตภัณฑ์กล้วยด้วยกันเอย

(บุญช่วย ชาญประโคน. ผู้วิจัย : 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การค้นพบเซลล์ไฟฟ้าเคมี

Luigi Galvanic (ค.ศ.1780) ศาสตราจารย์ทางกายวิภาคศาสตร์ชาวอิตาลี ได้สังเกตกล้ามเนื้อกบที่ตัดใหม่ ๆ หด เมื่อต่อกับประสาทกบอีกตัวหนึ่งด้วยวงจรที่ประกอบด้วยโลหะ 2 ชนิด

Alessandro Volta (ค.ศ.1780-1800) ศาสตราจารย์ทางฟิสิกส์ชาวอิตาลี สรุปว่าขากบสามารถใช้เป็นตัวตรวจสอบกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากวงจรของโลหะได้เป็นอย่างดี จากการทดลองอย่างต่อเนื่อง Volta แยกวัสดุที่นำไฟฟ้าเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกประกอบด้วยโลหะ เช่น ทองแดง สังกะสี และเงิน กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นเมื่อนำโลหะนั้นมาสัมผัสกัน อีกประเภทหนึ่งประกอบด้วยของเหลว เช่น สารละลายของเกลือ Volta สามารถสร้างแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องได้เป็นคนแรก จากเซลล์ที่ประกอบด้วยโลหะเงินและแผ่นสังกะสีวางสลับกันและมีกระดาษแข็งที่มีความชื้นสอดแทรกอยู่ เพื่อเป็นเกียรติประวัติที่ Luigi Galvanic และ Alessandro Volta เป็นผู้ริเริ่มการศึกษาเรื่อง "เซลล์ไฟฟ้าเคมี" จึงตั้งชื่อเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันและให้กระแสไฟฟ้าว่า "เซลล์กัลวานิก"หรือ "เซลล์วอลตาอิก" (สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. มปป. : 67)

William Nicolson และ Sir Antoni Carlys (ค.ศ.1800) ได้ต่อลวดพลาตินัมเข้ากับขั้วของแบตเตอรี่และจุ่มปลายลวดในภาชนะที่มีน้ำ เขาพบว่าเกิดไฮโดรเจนที่ปลายลวดด้านหนึ่งและออกซิเจนทางอีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นการสาธิตให้เห็นว่า กระแสไฟฟ้าสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี การใช้กระแสไฟฟ้ามาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า อิเล็กโทรไลซิส เช่นเดียวกับในกรณีเซลล์ไฟฟ้าเคมี ตัวที่จุ่มในของเหลวเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า (อิเล็กโทรด) และของเหลวนั้นเรียกว่าอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเราเรียกว่าเซลล์อิเล็กโทรไลต์ กระแสไฟฟ้าอาจใช้แบตเตอรี่รถยนต์ ถ่านไฟฉาย หรือแหล่งไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น เครื่องช่วยกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยต่อเส้นลวดจากขั้วบวกไปยังขั้วลบของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไปยังขั้วไฟฟ้าทั้งสอง แล้วจุ่มลงในสารอิเล็กโทรไลต์ซึ่งมีไอออนบวกและไอออนลบอยู่ (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 371น)

Andre Marie Ampere (ค.ศ.1820) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส กล่าวว่ากระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่จากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ โดยเคลื่อนที่เหมือนกับการไหลของน้ำ คือ ไหลจากระดับสูงซึ่งมีพลังงานศักย์มาก ไปสู่ระดับต่ำซึ่งมีพลังงานศักย์น้อยกว่า นั่นหมายถึง "กระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีระดับของพลังงานไฟฟ้าสูงไปยังจุดที่มีระดับของพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่า หรือเรียกว่ามีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างจุด 2 จุด เรียกว่าความต่างศักย์ หน่วยของความต่างศักย์เป็นโวลต์" (ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. มปป. : 172)

Sir Humphry Davy และ Michael Faraday (ค.ศ.1791-1867) การทดลองไฟฟ้าเคมีของเดวีย์ ทำให้ค้นพบ โซเดียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม แบเรียม และสตรอนเตียม ส่วน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นพบของฟาราเดย์มีความยิ่งใหญ่และนำไปสู่กฎของฟาราเดย์ จากรายงานการวิจัยอิเล็กโทร-ไลซิสของฟาราเดย์ ทำให้ฟาราเดย์เสนอความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลงไปในสารละลายกับมวลของสารที่สลายตัวหรือเกิดขึ้นโดยกระแสไฟฟ้า ผลงานดังกล่าวเป็นกฎของ

อิเล็กโทรไลซิสของฟาราเดย์ ซึ่งมีใจความดังนี้ "ปริมาณของสารที่สลายตัวหรือเกิดขึ้นที่ขั้วหนึ่งของอิเล็กโทรดในเซลล์อิเล็กโทรไลต์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านลงไปในเซลล์"(สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. มปป. : 299-300) นอกจากการค้นพบกฎอิเล็กโทรไลซิสของฟาราเดย์แล้วยังมีการค้นพบเซลล์กัลวานิกแบบใหม่ โดย John Fraderic Daniell (ค.ศ.1836) ศาสตราจารย์เคมี ได้พัฒนาเซลล์กัลวานิกให้มีเสถียรภาพเพียงพอในการนำไปใช้เป็นแบตเตอรี่ ซึ่งเรียกกันว่า "แดเนียลเซลล์" โดยมีแท่งสังกะสีเคลือบด้วยปรอทจุ่มในกรดซัลฟิวริกเจือจางในภาชนะรูพรุนและภาชนะนี้จุ่มในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต บรรจุในภาชนะทองแดง ปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ ให้เหมาะกับการใช้งานมากมาย (ทองศุข พงศทัต และคณะ. 2515 : 71)

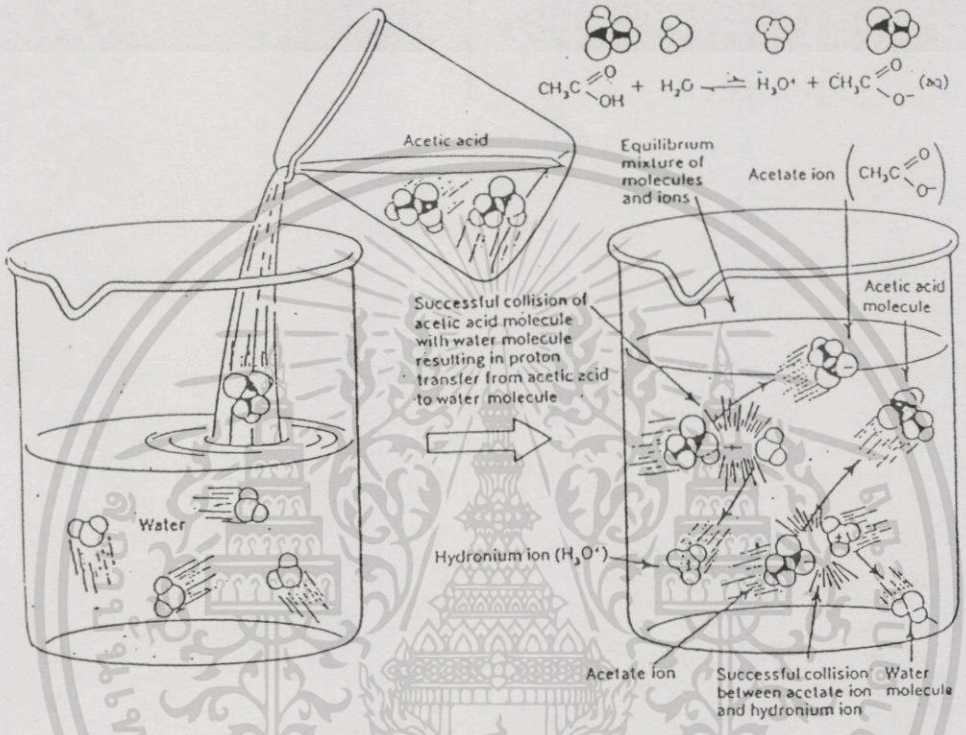
2.3 การนำไฟฟ้าของสารละลาย

2.3.1 สารละลาย (Solution) ประกอบด้วยตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute) โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายจะไม่ระบุตัวทำละลาย แต่ถ้าใช้ตัวทำละลายอื่น ๆ จะระบุไว้

สารละลายที่ทำให้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นสีแดงคือ สารละลายกรด ส่วนสารละลายที่ทำให้กระดาษลิตมัสสีแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินคือ สารละลายเบส สารละลายที่เป็นกลางจะไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส ถ้าเปรียบเทียบความเป็นกรด-เบส กับการนำไฟฟ้าของสารละลายหรือการที่สารละลายนำไฟฟ้าได้นั้น เป็นเพราะตัวถูกละลายแตกตัวเป็นไอออน และไอออนเหล่านั้นเคลื่อนที่ได้ในสารละลาย สารที่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลายเรียกว่า "อิเล็กโทรไลต์" และสารละลายนั้นเรียกว่า "สารละลายอิเล็กโทรไลต์"

2.3.2 อิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) หมายถึงสารประกอบที่นำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวหรือเป็นสารละลาย การนำไฟฟ้าเกิดขึ้นเนื่องจากสารประกอบนั้นแตกตัวเป็นไอออน และไอออนเคลื่อนที่ในของเหลวหรือสารละลาย สารละลายอิเล็กโทรไลต์อาจเป็นสารละลายของกรด เบส หรือเป็นกลางก็ได้ เช่น สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ตัวอย่างการนำไฟฟ้าของสารละลายแสดงได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงการแตกตัวของกรดแอซิติกในน้ำเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

The dissociation of acetic acid in aqueous solution

(สุธน เสถียรยานนท์. มปป. : 178)

2.3.3 นอนอิเล็กโทรไลต์ (Non-Electrolyte) หมายถึงสารประกอบที่ไม่นำไฟฟ้าเมื่อหลอมเหลวหรือเป็นสารละลาย เนื่องจากไม่สามารถแตกตัวเป็นไอออนเมื่อเป็นสารละลายได้ เช่น น้ำบริสุทธิ์ สารละลายน้ำตาล สารละลายเอธานอล และสารละลายยูเรีย เป็นต้น

(สุธน เสถียรยานนท์. มปป. : 179)

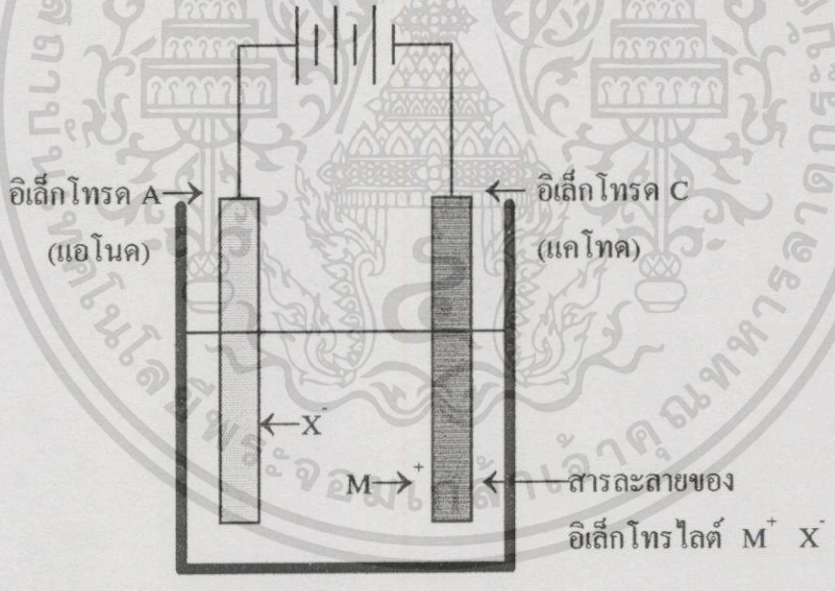
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

กระบวนการทางไฟฟ้าเคมี มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรม เช่น การนำเอาเซลล์อิเล็กโทรไลต์ไปใช้ในการผลิตก๊าซไฮโดรเจน ออกซิเจน โอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ คลอรีน และโซเดียมไฮดรอกไซด์ นอกจากนั้นยังใช้ในการทำโลหะให้บริสุทธิ์ (Electrorefining of Metals) การชุบโลหะและโลหะผสม (Electroplating of Metals and Alloys) และที่สำคัญมากในอุตสาหกรรม คือ การใช้เซลล์ไฟฟ้าเคมีในการผลิตกระไฟฟ้าจากสารเคมี เช่น ในแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ และเซลล์เชื้อเพลิง (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 1) เซลล์ไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.4.1 เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cell) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) ไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยนำเอาพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไปทำให้เกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox Reaction) ซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Non-Spontaneous Reaction)



ภาพที่ 2.3 ภาพแสดงไดอะแกรมของเซลล์อิเล็กโทรไลต์

(พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 3)

จากภาพที่ 2.3 ปฏิกิริยารีดักชันเกิดขึ้นที่แคโทด ส่วนปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นที่แอโนด สำหรับเซลล์ไฟฟ้าแบบนี้อิเล็กโทรดที่ไปต่อเข้ากับแบตเตอรี่ก็จะกลายเป็นแคโทดไป แบตเตอรี่ที่แสดงในไดอะแกรมนี้ ทำหน้าที่เป็นแหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง ซึ่งอาจใช้ถ่านไฟฉายหรือ DC Generator แทนก็ได้ แบตเตอรี่ในรูปนี้ทำหน้าที่เหมือนเครื่องปั๊มอิเล็กตรอน ผลักดันให้

32871

อิเล็กตรอนวิ่งไปที่แคโทด C และมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นที่แอโนด A ขบวนการนี้จะเกิดปฏิกิริยารีดักชันที่แคโทด C โดยมีไอออนหรือโมเลกุลวิ่งไปรับอิเล็กตรอน ส่วนแอโนด A จะมีการให้อิเล็กตรอนออกมาจากไอออนหรือโมเลกุลเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

2.4.2 เซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Cell) หรือเซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) เซลล์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เรียกว่าเซลล์ไฟฟ้าเคมีหรือเซลล์กัลวานิก ซึ่งใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (Spontaneous Redox Reaction) ชื่อ Galvanic นี้ ได้มาจากชื่อนักวิทยาศาสตร์ที่ทำการทดลองเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบนี้ คือ Luigi Gavani ปฏิกิริยาเซลล์กัลวานิกเป็นปฏิกิริยาที่เกิดระหว่างโลหะกับสารละลายของเกลือโลหะ และผลที่ได้จากการทดลองนำไปสู่ข้อสรุปการให้ลำดับความสามารถในการให้และรับอิเล็กตรอนของโลหะและโลหะไอออน มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและให้กระแสไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อเอาแท่งสังกะสีจุ่มลงในสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) พบว่า Cu^{2+} แยกตัวออกจากสารละลาย Cu ออกมาตามสมการที่ 1

$$Zn\ (s) + Cu^{2+} \longrightarrow Cu\ (s) + Zn^{2+} \qquad (1)$$

ถ้านำแผ่นโลหะสังกะสี จุ่มลงไปในสารละลายสีฟ้าของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต แล้วปล่อยทิ้งไว้สักครู่จะพบว่ามีโลหะของทองแดงลักษณะสีแดงน้ำตาลไปจับบนผิวของโลหะสังกะสี สำหรับสารละลายของคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ก็จะมีสีจางลง เพราะมันถูกแทนที่โดยการละลายของ Zn (s) ไปเป็น Zn^{2+} อุณหภูมิของสารละลายจะสูงขึ้น เพราะมีความร้อนให้ออกมาจากปฏิกิริยา



ภาพที่ 2.4 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะสังกะสีขณะทำปฏิกิริยากับสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต
(พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในปฏิกิริยานี้สังกะสีจะถูกออกซิไดซ์ และ Cu^{2+} จะถูกรีดิวซ์ โดยอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จาก สังกะสีไปยัง Cu^{2+} ซึ่งแสดงครึ่งปฏิกิริยา (Half Reaction) ดังนี้

ปฏิกิริยา Oxidation $Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$ (2)

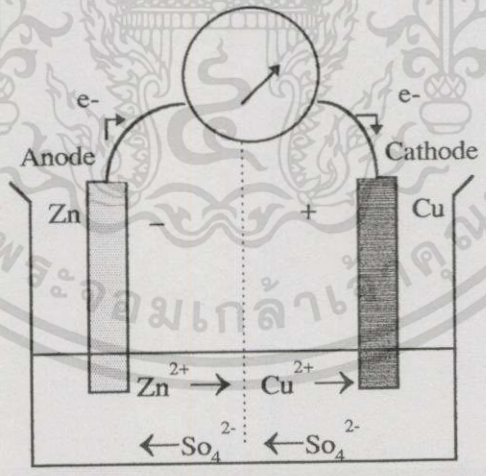
ปฏิกิริยา Reduction $Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu\ (s)$ (3)

ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีต้องทำให้การถ่ายเทอิเล็กตรอนเกิดขึ้นทางอ้อม คือ ให้อิเล็กตรอนที่จ่ายออกมาจากสังกะสีเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำไฟฟ้าที่เป็นวงจรไฟฟ้าภายนอกไปต่อเข้ากับขั้วที่ทำด้วยโลหะทองแดง นั่นคือ จะมีพลังงานไฟฟ้าผลิตออกมาจากเซลล์ก่อนที่อิเล็กตรอนจะไปรวมกับ Cu^{2+} กลายเป็น Cu(s)

เซลล์ไฟฟ้าเคมี จำแนกได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

(1) เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบแดเนียลเซลล์ (Daniell cell) เป็นเซลล์ที่ไม่มีสะพานไอออน หรือสะพานเกลือ (Salt Bridge)

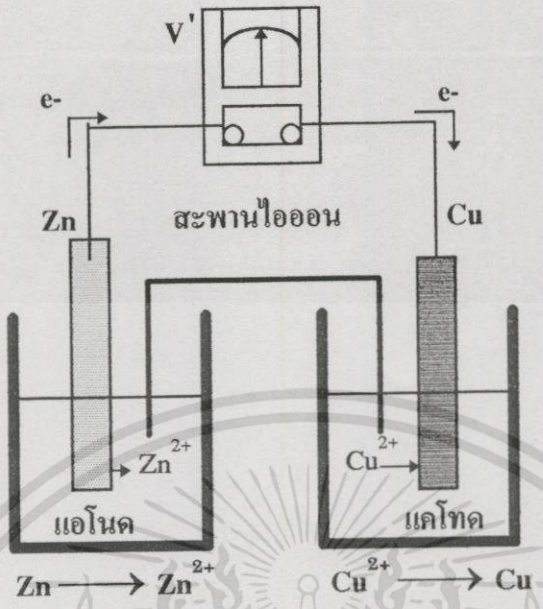
(2) เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่มีสะพานไอออน หรือสะพานเกลือ



ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบไม่มีสะพานไอออน

(ทองศุข พงศทัต และคณะ. 2515 : 71)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 ภาพแสดงเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่มีสะพานไอออน
(สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. 2521 : 72)

จากภาพที่ 2.5 และ 2.6 สรุปได้ดังนี้

(1) ที่แอโนดสังกะสีจะมีการผลิตอิเล็กตรอน โดยครึ่งปฏิกิริยาแบบออกซิเดชัน ขั้วสังกะสีเป็นแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนจึงเรียกว่าเป็นขั้วลบของเซลล์ดังสมการ

$$Zn\ (s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^{-} \qquad (4)$$

(2) อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นในข้อ 1 จะเคลื่อนที่ผ่านลวดตัวนำไฟฟ้าที่เป็นวงจรภายนอก (จากซ้ายไปขวา) ซึ่งอาจจะเป็นหลอดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องมือวัดความศักย์ไฟฟ้า เช่น โวลต์มิเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.5 และ 2.6

(3) อิเล็กตรอนผ่านจากวงจรภายนอกไปยังแคโทดทองแดง ซึ่งจะไปรวมกับไอออน Cu^{2+} ที่อยู่ในสารละลายรอบ ๆ ขั้วทองแดงเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ซึ่งแสดงได้โดยปฏิกิริยาครึ่งเซลล์ขั้วทองแดงซึ่งดึงอิเล็กตรอนจากวงจรภายนอกเข้าไปเรียกว่าขั้วบวกของเซลล์ดังสมการ

$$Cu^{2+} + 2e^{-} \longrightarrow Cu\ (s) \qquad (5)$$

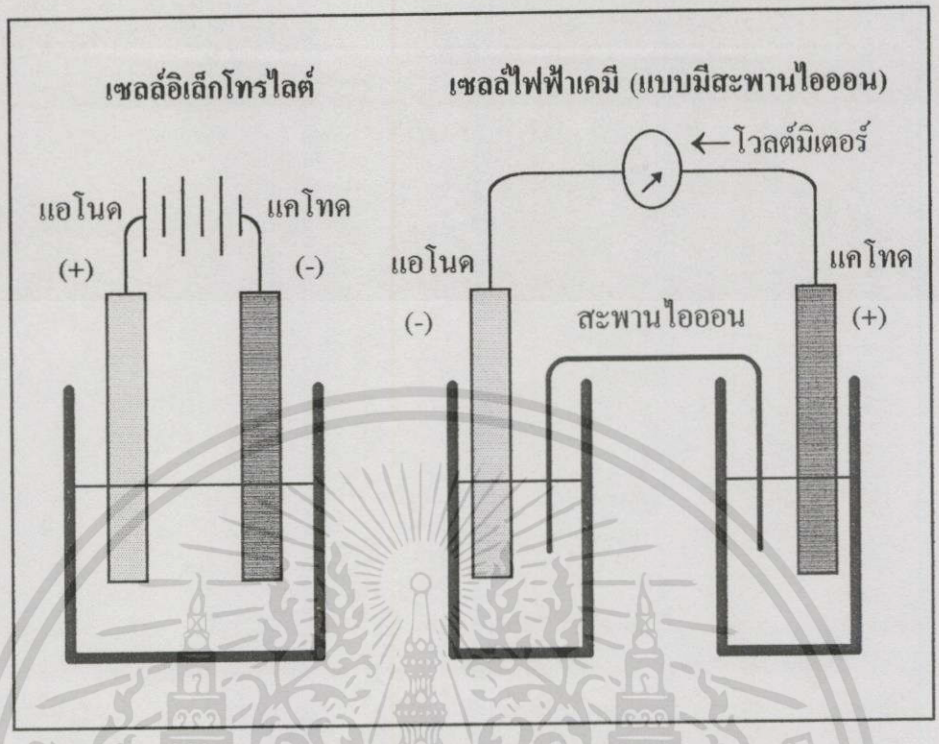
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการที่จะพิจารณาว่ามีปฏิกิริยาอะไรเกิดขึ้นที่แอโนดและแคโทด หรือขั้วทั้งสองนั้นอันไหนจะเป็นขั้วบวกหรือขั้วลบ ดูได้จากข้อตกลงตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงข้อตกลงเกี่ยวกับอิเล็กโทรดของเซลล์อิเล็กโทรไลต์กับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ข้อตกลงเกี่ยวกับอิเล็กโทรด	อิเล็กโทรด	
	แคโทด	แอโนด
ไอออนที่ถูกดูดเข้าไปหาอิเล็กโทรด	แคทไอออน (ไอออนที่มีประจุบวก)	แอนไอออน (ไอออนที่มีประจุลบ)
ทิศทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน	เคลื่อนที่เข้าไปในเซลล์	เคลื่อนที่ออกจากเซลล์
ครึ่งปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาแบบ	รีดักชัน	ออกซิเดชัน
เครื่องหมายของอิเล็กโทรด		
- เซลล์อิเล็กโทรไลต์	ขั้วลบ	ขั้วบวก
- เซลล์ไฟฟ้าเคมี	ขั้วบวก	ขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างเซลล์อิเล็กโทรไลต์กับเซลล์ไฟฟ้าเคมี (พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524 : 19)

ในกรณีของเซลล์ไฟฟ้าเคมี จะเห็นได้ว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปทางเดียวกับทิศทางของการไหลของอิเล็กตรอน การที่เข็มของโวลต์มิเตอร์เบนไปแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ถ้าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนเข้าหาอิเล็กโทรดใดหมายความว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนเข้าหาอิเล็กโทรดนั้น หรืออาจกำหนดว่าอิเล็กโทรดที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าหาเป็นขั้วบวก ส่วนอิเล็กโทรดที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ออกไปเป็นขั้วลบ ผลต่างของศักย์ไฟฟ้าอ่านได้จากโวลต์มิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการนำสารจากธรรมชาติ คือ ของเหลวจากต้นกล้วยมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ และทำให้เกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมี ได้เป็นพลังงานไฟฟ้าแบบกระแสตรง ซึ่งผู้วิจัยเรียกว่า "พลังงานไฟฟ้าจากต้นกล้วย" โดยได้ศึกษาครอบคลุมในหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การดำเนินการทดลอง

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประชากรในกลุ่มตัวอย่างนี้ประกอบด้วย ต้นกล้วยน้ำว้า และสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยน้ำว้า และสารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

วิธีเลือกตัวอย่าง ใช้วิธีการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก และส่วนที่เป็นของเหลวจากลำต้นกล้วยสด และของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า เพื่อศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพของการนำไฟฟ้า หรือความเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ วัสดุและอุปกรณ์การทดลอง โดยใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น คือ ต้นกล้วยน้ำว้า และอุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือน ได้แก่ มีด เขียง ครกพร้อมไม้ตีพริก เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ฯลฯ และเครื่องมือบางประเภทที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

3.2.2 การจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์การทดลอง

การทดลองเรื่อง "การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์" เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยทำการทดลองเพื่อใช้สารจากธรรมชาติคือ ของเหลวจากลำต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์แทนสารเคมี

การทดสอบคุณสมบัติความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย การทดสอบค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร การทดสอบและเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสดกับของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ การทดลองหาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ และการทดลองเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีรายการต่อไปนี้

3.2.2.1 วัสดุ

(1) ต้นกล้วยน้ำว้า ส่วนราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก และส่วนที่เป็นของเหลวจากลำต้นกล้วยสด และของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า

(2) สารละลายกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

3.2.2.2 อุปกรณ์

(1) ผ้าขาวบาง

(2) บีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

(3) แท่งแก้วคนจำนวน 7 อัน

(4) ถุงมือ

(5) กระดาษ pH

(6) แผ่นทองแดง

(7) แผ่นสังกะสี

(8) กระบอกตวง

(9) สายไฟพร้อมปากจระเข้ จำนวน 12 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(10) เขียงพร้อมมีด จำนวน 1 ชุด

(11) ครกพร้อมไม้ตีพริก จำนวน 1 ชุด

(12) โวลต์มิเตอร์

(13) มัลติมิเตอร์

(14) เครื่องระเหย Evaporators (ภาพที่ 3.1)

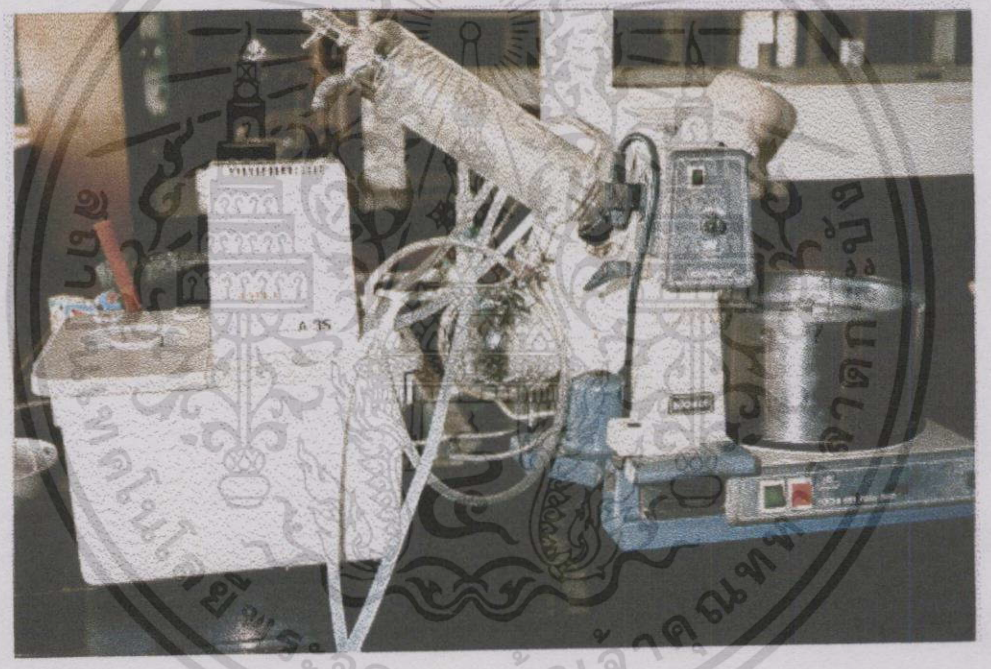
(15) เครื่องปั่นน้ำผลไม้

(17) เครื่องชั่ง Triple Beam Balance

(18) เครื่องวัด 654 pH-meter (ภาพที่ 3.2)

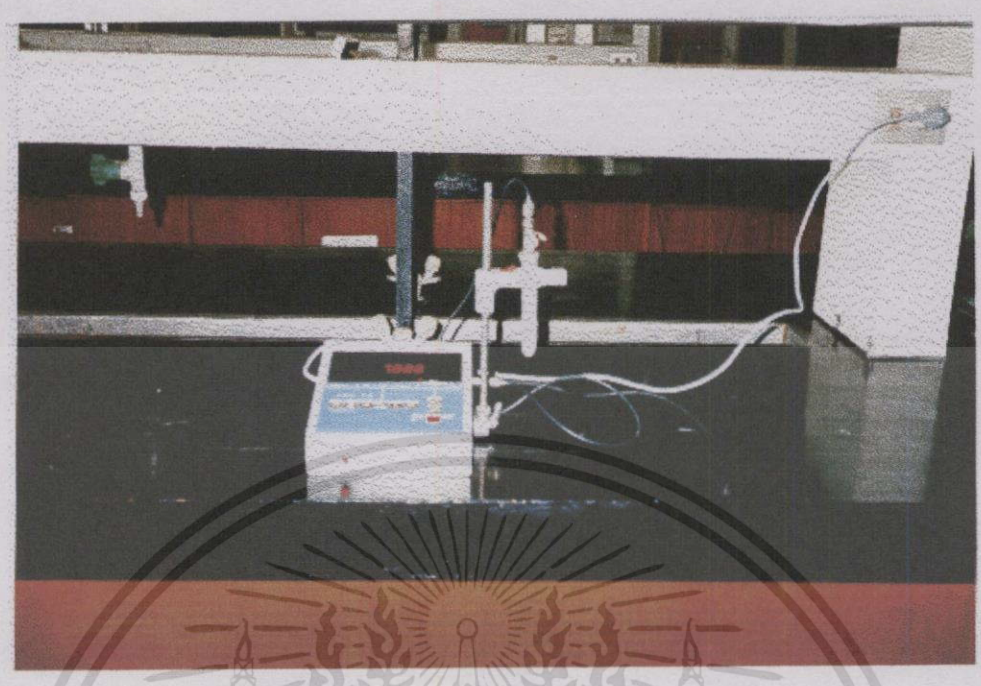
(19) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า Konduktometer CG 855 (ภาพที่ 3.3)

(20) ชุดกัลวานิกเซลล์อย่างง่าย แบบ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ (ภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.1 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดเครื่องระเหย (Evaporator) หรือ By the New Buchi Rotary Evaporators ROTAVAPOR 110, RE 120 and EL 130

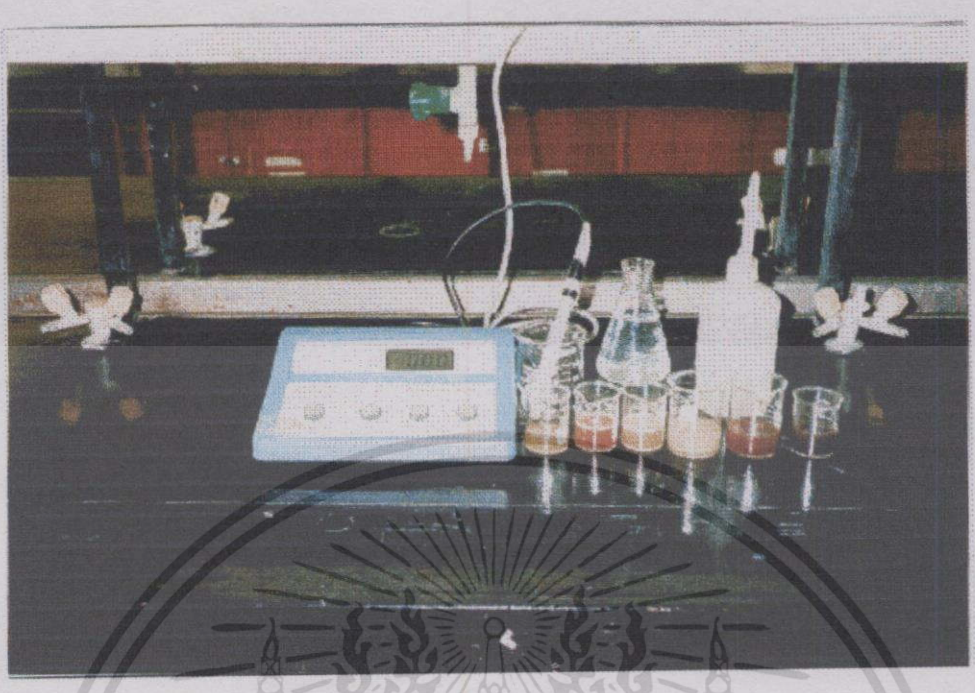
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดเครื่องวัด 654 pH - meter

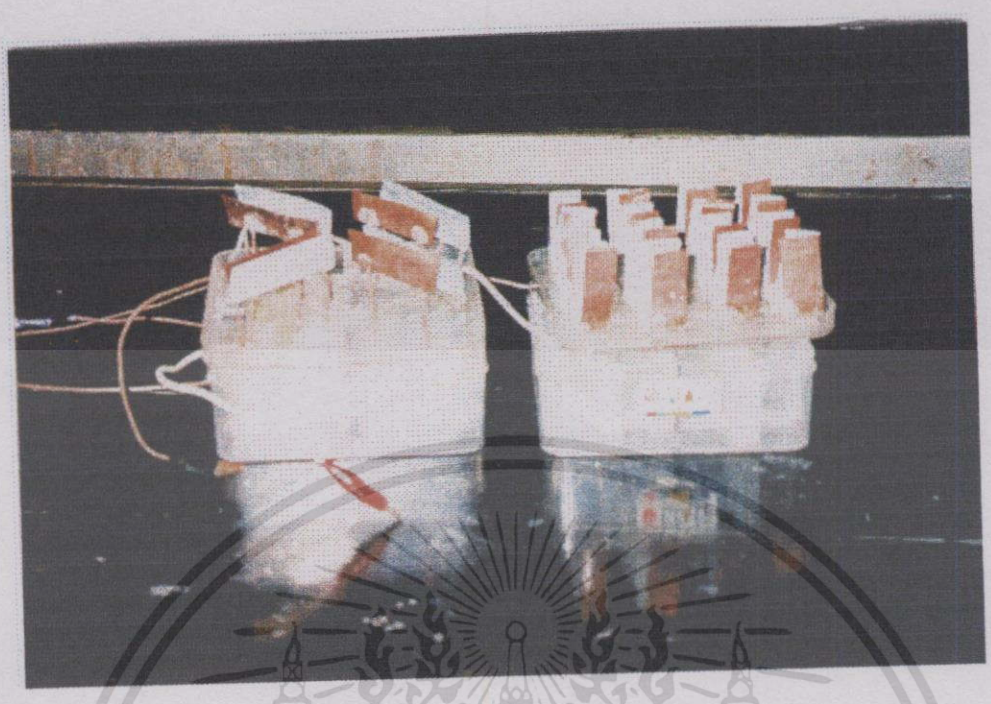
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า Konduktomiter CG 855

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



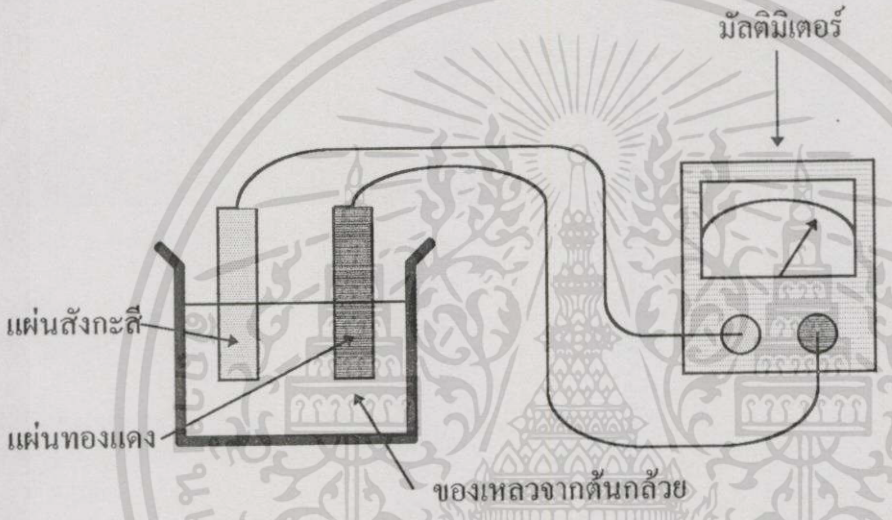
ภาพที่ 3.4 ภาพอุปกรณ์การทดลอง ชุดกัลวานิกเซลล์อย่างง่าย แบบ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ ที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้การเก็บรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลอง โดยใช้สถานที่ในการปฏิบัติการทดลองคือห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง และได้ขอความอนุเคราะห์อาจารย์ภาควิชาเคมีเป็นผู้ควบคุมดูแล ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตลอดภาคเรียนที่ 1/2541

3.4 การดำเนินการทดลอง



ภาพที่ 3.5 ภาพตัวอย่างการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลในรูปแบบของกระบวนการทดลอง โดยได้แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 10 กิจกรรมดังนี้

3.4.1 กิจกรรมที่ 1 การศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ซึ่งกิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.1 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.1.1 นำส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยได้แก่ ราก ลำต้นทั้งสดและเน่า ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก นำมาบดให้ละเอียด

3.4.1.2 คั้นแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยที่บดละเอียด

3.4.1.3 นำของเหลวที่ได้ไปทดสอบความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่อง 654 pH-meter

3.4.1.4 บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 กิจกรรมที่ 2 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของ

ลำต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ด้วยเครื่อง Konduktometer CG 855 ซึ่งกิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.2 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.2.1 นำของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย (จากกิจกรรมที่ 1) ไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

3.4.2.2 นำของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าไปกรองและกลั่นไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

3.4.2.3 นำของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นทั้งลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

3.4.2.4 นำสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

3.4.2.5 บันทึกผลการทดลอง

3.4.3 กิจกรรมที่ 3 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งกิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.3 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.3.1 ใช้แผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเสียบลงไปในผลกล้วยสุกแล้วต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่น จากนั้นอ่านค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าบันทึกผลการทดลองแล้วถอดออก ดังภาพที่ 3.6

3.4.3.2 ทำเหมือนข้อ 3.4.3.1 แต่เปลี่ยนมาใช้ผลกล้วยดิบ ดอกกล้วย ลำต้น และราก

3.4.3.3 วัดค่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในหน่วยโวลต์ (DCV) และค่ากระแสไฟฟ้าวัดในหน่วยมิลลิแอมแปร์ (mA) 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ผลกล้วยสุกเป็นอิเล็กโทรไลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 กิจกรรมที่ 4 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของลำต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.3 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.4.1 บดส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ และผลสุก

3.4.4.2 คั้นส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยแล้วแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลว

3.4.4.3 ใส่ของเหลวที่ได้จากข้อ 3.4.4.2 ในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนละ 100 กรัม

3.4.4.4 จุ่มแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสีในของเหลวที่เตรียมไว้ แล้วต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่น อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า โดยทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยพร้อมบันทึกผลการทดลอง

3.4.5 กิจกรรมที่ 5 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100% 75% 50% และ 25% กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.5.1 นำของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่า บรรจุในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีความเข้มข้นต่างกันคือ

(1) ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด 100% 75% 50% และ 25% โดยนำ้หนักต่อน้ำหนัก ชุดละ 100 กรัม และทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น

(2) เตรียมเหมือนข้อ (1) แต่เปลี่ยนเป็นของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่า

3.4.5.2 จุ่มแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสีลงไปในสารละลายในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ แล้วต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่น อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย พร้อมบันทึกผลการทดลอง

3.4.6 กิจกรรมที่ 6 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยเปรียบเทียบจากวิธีการกรองและวิธีการกลั่น กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.6.1 บรรจุของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 4 ชุด ชุดละ 100 กรัมดังนี้

(1) ชุดที่ 1 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกรอง

(2) ชุดที่ 2 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ...ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ชุดที่ 3 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากรอง

(4) ชุดที่ 4 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น

3.4.6.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

3.4.7 กิจกรรมที่ 7 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.7.1 บรรจุของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ชุด ชุดละ 100 กรัม ดังนี้

(1) ชุดที่ 1 ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสด

(2) ชุดที่ 2 ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่า

3.4.7.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

3.4.8 กิจกรรมที่ 8 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่า ความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.8.1 สร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี 3 ชนิดคือ 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ ชนิดละ 3 ชุด รวม 9 ชุดคือ

(1) ชนิดที่ 1 ใช้ของเหลวที่กรองจากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

(2) ชนิดที่ 2 ใช้ของเหลวที่กลั่นจากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

(3) ชนิดที่ 3 ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก (1 M H_2SO_4) เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

3.4.8.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

3.4.9 กิจกรรมที่ 9 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ทั้งของแข็งและของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.9.1 ประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าเคมีและต่อแบบอนุกรมชุดละ 3 เซลล์ เพื่อใช้กับอุปกรณ์ 1 ชนิด โดยต้องพิจารณาการนำไปใช้ด้วยว่าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ผู้วิจัยได้เลือกใช้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

(1) ชุดที่ 1 ใช้ผลกล้วยสุกทั้งผลเป็นอิเล็กโทรไลต์เพราะให้ค่าพลังงานมากที่สุดในส่วนที่เป็นของแข็ง อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เครื่องเสียงขนาดย่อม
(วงล้อสี)

(2) ชุดที่ 2 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกรองลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เพราะให้ค่าพลังงานมากที่สุดในส่วนที่เป็นของเหลวอุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เกมกด

(3) ชุดที่ 3 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกรองลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 25 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่นำมาใช้คือ เกมกด (เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 100 %)

(4) ชุดที่ 4 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เครื่องคิดเลข

(5) ชุดที่ 5 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 25 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่นำมาใช้คือ เครื่องคิดเลข (เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 100 %)

3.4.9.2 บันทึกผลของระยะเวลาที่นำอุปกรณ์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
(วัน, เวลา)

3.4.10 กิจกรรมที่ 10 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

3.4.10.1 ประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าเคมีและต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์ โดยการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่เหมาะต่อการนำไปใช้คือ นาฬิกาฝาผนัง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้ว สารละลายกรดซัลฟิวริกก็ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้มาก แต่มีข้อจำกัดเพราะปฏิกิริยาที่รุนแรงจะทำให้อิเล็กโทรดคือแผ่นสังกะสีสลายตัวเร็วขึ้นจะทำให้ระยะเวลาของการนำไปใช้ได้ไม่นาน และสารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารเคมีที่อันตราย

3.4.10.2 บันทึกผลของระยะเวลาที่นำอุปกรณ์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
(วัน, เวลา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทดลองเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวที่กรองได้จากลำต้นกล้วยเน่ากับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ วิธีการเปรียบเทียบทำได้ดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยได้สร้างอุปกรณ์ชุดกัลวานิกเซลล์อย่างง่าย เพื่อใช้ในการทดลองเปรียบเทียบผลการเกิดพลังงานไฟฟ้า เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

3.5.2 ทดลองนำของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยไปกลั่นเพื่อใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในชุดเซลล์ไฟฟ้าเคมีโดยต่ออนุกรมหลาย ๆ ชุด เพื่อให้ได้ค่าพลังงานเพิ่มมากขึ้น แล้วนำพลังงานที่ได้ไปใช้แทนพลังงานจากถ่านไฟฉาย ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง เช่น นาฬิกา เครื่องเสียงขนาดย่อม เกมกด เครื่องคิดเลข เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ศึกษาเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสดกับของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ และศึกษาเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลองตามลำดับดังนี้

4.1 กิจกรรมที่ 1 การศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ซึ่งกิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อ 1.2.1 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.1.1 นำส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยได้แก่ ราก ลำต้นทั้งสดและเน่า ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก นำมาบดให้ละเอียด

4.1.2 คั้นแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยที่บดละเอียด

4.1.3 นำของเหลวที่ได้ไปทดสอบความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่อง 654 pH-meter

4.1.4 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยด้วยเครื่อง 654 pH-meter

ของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย	ค่าของ pH (ครั้งที่)			
	1	2	3	เฉลี่ย
ราก	5.50	5.50	5.50	5.50
ดอกกล้วย	6.20	6.30	6.20	6.23
ผลดิบ	5.60	5.60	5.70	5.63
ผลสุก (กึ่งแข็งกึ่งเหลว)	4.60	4.60	4.60	4.60
ลำต้นกล้วยสด	5.50	5.50	5.60	5.53
ลำต้นกล้วยเน่า	7.30	7.40	7.40	7.37

4.2 กิจกรรมที่ 2 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของลำต้นกล้วย และสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ด้วยเครื่อง Konduktometer CG 855 กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อ 1.2.2 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.2.1 นำของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย (จากกิจกรรมที่ 1) ไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

4.2.2 นำของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าไปกรองและกลั่น ไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

4.2.3 นำของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นทั้งลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

4.2.4 นำสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ไปทดสอบค่าการนำไฟฟ้า

4.2.5 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

ส่วนที่ใช้ทดสอบ	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)				หมายเหตุ
	1	2	3	เฉลี่ย	
1. ของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย					ผลกล้วยสุกไม่สามารถใช้เครื่องวัดได้เพราะแยกของเหลวไม่ได้
ราก	25.20	25.20	25.20	25.20	
ดอกกล้วย	21.00	21.00	21.00	21.00	
ผลดิบ	27.20	27.20	27.20	27.20	
ลำต้นกล้วยสด	16.20	16.30	16.40	16.30	
ลำต้นกล้วยสดกรอง	16.00	16.20	16.30	16.17	
ลำต้นกล้วยสดกลั่น	0.20	0.20	0.20	0.20	
ลำต้นกล้วยเน่า	32.20	32.50	32.60	32.43	
ลำต้นกล้วยเน่ากรอง	31.00	31.20	31.20	31.13	
ลำต้นกล้วยเน่ากลั่น	0.20	0.20	0.20	0.20	
2. ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่น					
ลำต้นกล้วยสด	32.60	32.60	32.60	32.60	
ลำต้นกล้วยเน่า	45.10	45.00	44.02	44.70	
3. สารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร	51.40	51.40	51.40	51.40	

4.3 กิจกรรมที่ 3 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อ 1.2.3 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.3.1 ใช้แผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีเสียบลงไปในผลกล้วยสุกแล้วต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่น จากนั้นอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าบันทึกผลการทดลองแล้วถอดออก

4.3.2 ทำเหมือนข้อ 4.3.1 แต่เปลี่ยนมาใช้ผลกล้วยดิบ ดอกกล้วย ลำต้น และราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

4.3.3 วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV) และค่ากระแสไฟฟ้า (mA) 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย	ครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV)	ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)
ราก	1	0.81	0.50
	2	0.78	0.47
	3	0.78	0.49
	เฉลี่ย	0.79	0.47
ดอกกล้วย	1	0.75	0.12
	2	0.75	0.13
	3	0.75	0.11
	เฉลี่ย	0.75	0.12
ผลดิบ	1	0.92	0.54
	2	0.92	0.51
	3	0.92	0.52
	เฉลี่ย	0.92	0.52
ผลสุก	1	0.97	0.80
	2	0.97	0.82
	3	0.97	0.82
	เฉลี่ย	0.97	0.81
ลำต้นกล้วยสด	1	0.68	0.11
	2	0.68	0.10
	3	0.67	0.10
	เฉลี่ย	0.68	0.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 ค่าของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ พบว่าทุกส่วนของต้นกล้วยสามารถใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ได้ดี การเกิดพลังงานไฟฟ้าจะเรียงจากมากไปน้อยตามลำดับดังนี้ ผลสุก ผลดิบ ราก ดอกกล้วย ลำต้นกล้วยสด โดยให้ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าประมาณ 0.6 - 0.9 โวลต์ และให้ค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 0.1 - 0.8 มิลลิแอมแปร์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าการนำไฟฟ้ากับค่าของพลังงานไฟฟ้ากับ(จากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3) จะเห็นว่าผลสอดคล้องกันดังสรุปได้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยสด	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
		DCV	mA
ลำต้นกล้วยสด	16.30	0.68	0.10
ดอกกล้วย	21.00	0.75	0.12
ราก	25.20	0.79	0.47
ผลดิบ	27.20	0.92	0.52
ผลสุก	-	0.97	0.81

4.4 กิจกรรมที่ 4 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อ 1.2.3 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.4.1 บดส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ และผลสุก

4.4.2 คั้นส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยแล้วแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นของเหลว

4.4.3 ใส่ของเหลวที่ได้จากข้อ 4.4.2 ในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนละ 100 กรัม

4.4.4 จุ่มแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสีในของเหลวที่เตรียมไว้ แล้วต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่น อ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าโดยทดลองซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ย

4.4.5 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.5

4.4.6 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าสรุปในตารางที่ 4.6

ที่เก็บรวบรวมเป็นเอกสารนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย	ครั้งที่	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV)	ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)
ราก	1	0.95	2.69
	2	0.97	2.69
	3	0.97	2.73
	เฉลี่ย	0.96	2.70
ดอกกล้วย	1	0.90	2.68
	2	0.91	2.69
	3	0.92	2.71
	เฉลี่ย	0.91	2.69
ผลดิบ	1	1.00	2.83
	2	1.02	2.85
	3	1.04	2.84
	เฉลี่ย	1.02	2.84
ลำต้น	1	0.88	2.70
	2	0.87	2.68
	3	0.89	2.64
	เฉลี่ย	0.88	2.67
ผลสุก (กึ่งแข็งกึ่งเหลว)	1	1.10	2.89
	2	1.10	2.90
	3	1.12	2.92
	เฉลี่ย	1.10	2.90

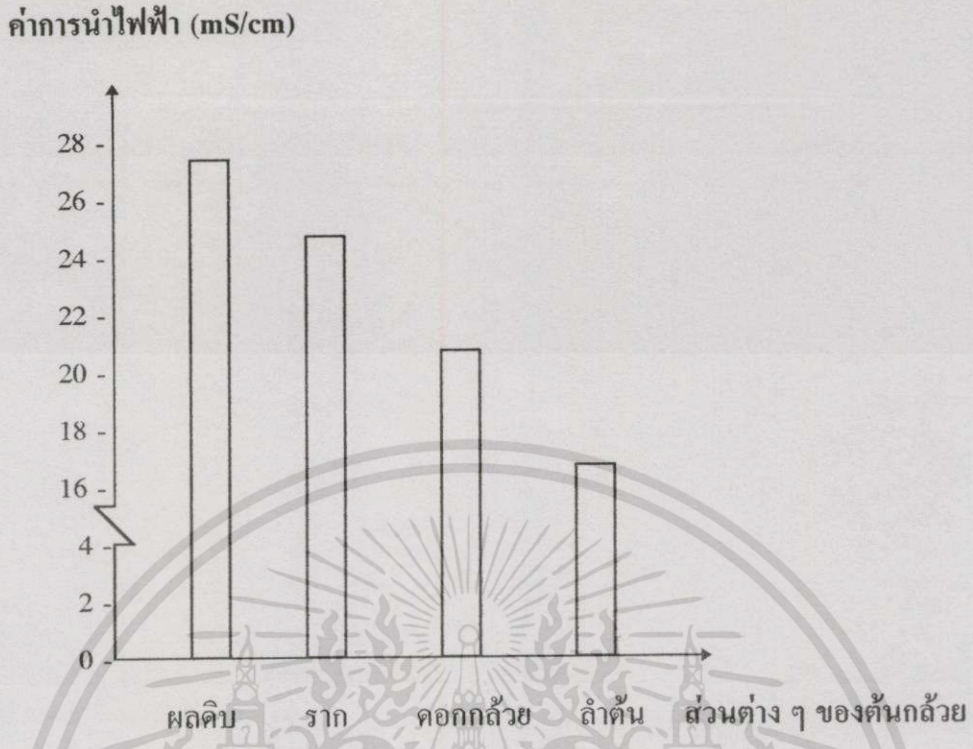
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (จากตารางที่ 4.2 และ 4.5)

ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย	ค่าการนำไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
	mS/cm	DCV	mA
ราก	25.20	0.96	2.70
ดอกกล้วย	21.00	0.91	2.69
ผลดิบ	27.20	1.02	2.84
ผลสุก(กึ่งแข็งกึ่งเหลว)	-	1.10	2.90
ลำต้น	16.30	0.88	2.67

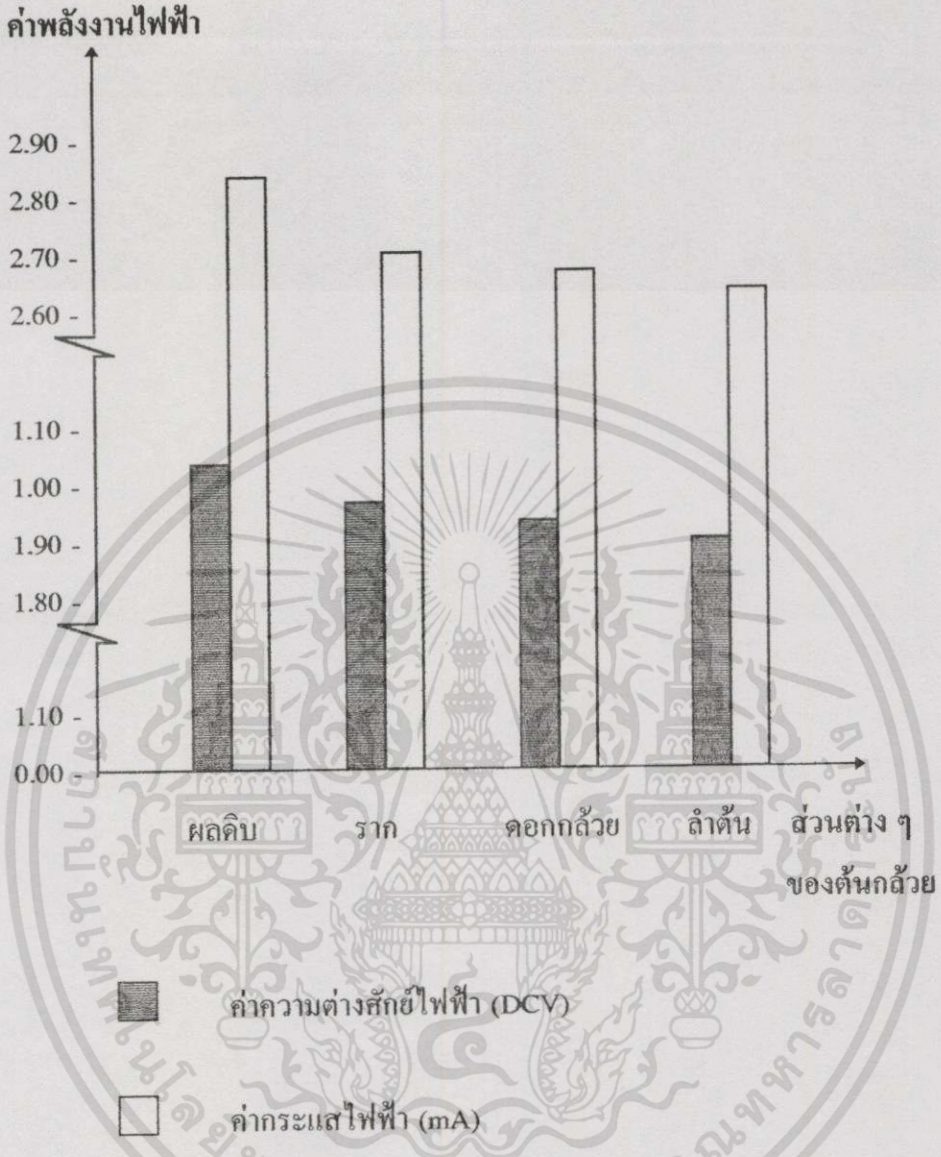
จากตารางที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีความสอดคล้องกับค่าของพลังงานไฟฟ้าคือ มีความแปรผันตามกันซึ่งสามารถนำมาแสดงได้ดังภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 กิจกรรมที่ 5 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100 % 75 % 50 % และ 25 % กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.5.1 นำของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่า บรรจุในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีความเข้มข้นต่างกันคือ

4.5.1.1 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด 100 % 75 % 50 % และ 25 % โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก ชุดละ 100 กรัม และทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น

4.5.1.2 เตรียมเหมือนข้อ 4.5.1.1 แต่เปลี่ยนเป็นของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า

4.5.2 จุ่มแผ่นทองแดงกับแผ่นสังกะสีลงไปในสารละลายในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้แล้ว ต่อวงจรเข้ากับมัลติมิเตอร์ โดยใช้สายไฟพร้อมปากจระเข้หนีบให้แน่นและอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าทดลองซ้ำ 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยพร้อมบันทึกผลการทดลองใน ตารางที่ 4.7

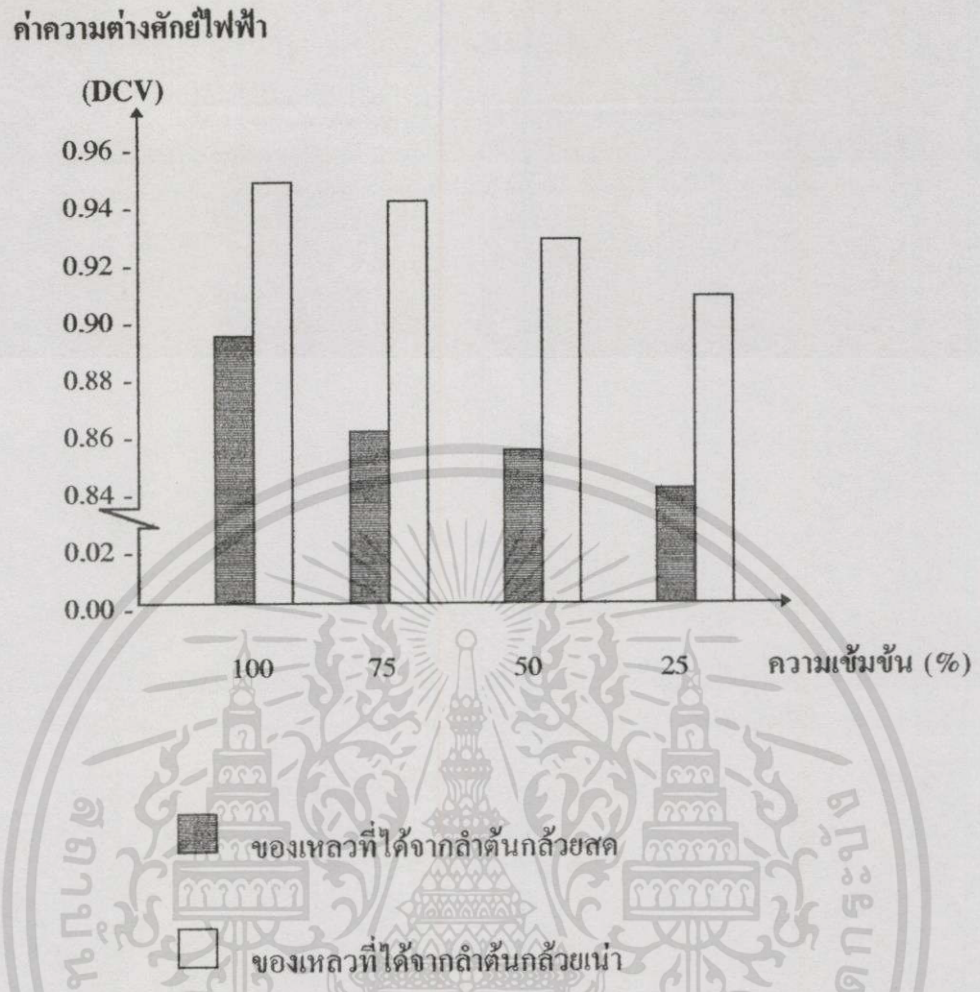
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100 % 75 % 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

สารละลาย	ความ	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV)				ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)			
อิเล็กโทรไลต์	เข้มข้น(%)	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ของเหลวที่ได้	100	0.88	0.87	0.89	0.88	2.70	2.68	2.64	2.67
จากลำต้น	75	0.87	0.85	0.86	0.86	2.64	2.62	2.60	2.62
กล้วยสด	50	0.84	0.85	0.85	0.85	2.60	2.58	2.54	2.57
	25	0.84	0.84	0.85	0.84	2.44	2.43	2.42	2.43
ของเหลว	100	0.96	0.96	0.95	0.96	3.88	3.87	3.87	3.87
ที่ได้จาก	75	0.93	0.94	0.95	0.94	3.77	3.77	3.76	3.77
ลำต้นกล้วยเน่า	50	0.94	0.93	0.93	0.93	3.70	3.68	3.65	3.68
	25	0.90	0.90	0.90	0.90	3.55	3.55	3.54	3.55

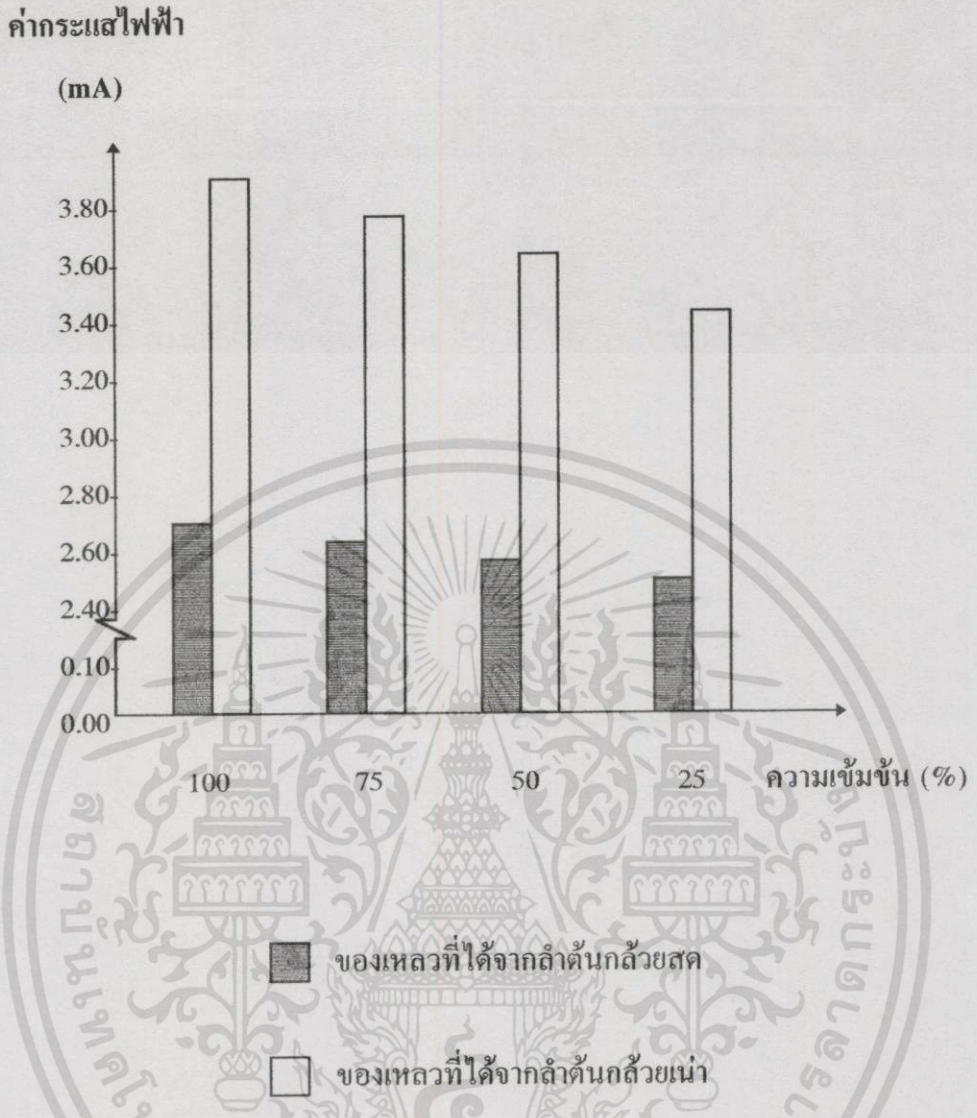
จากตารางที่ 4.7 ค่าของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยใช้ความเข้มข้นต่างกัน พบว่าสารที่มีความเข้มข้นมากจะให้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าสารที่มีความเข้มข้นน้อยซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.3 และภาพที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100 % 75 % 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100 % 75 % 50 % และ 25 % ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 กิจกรรมที่ 6 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์โดยเปรียบเทียบจากวิธีการกรองและวิธีการกลั่น กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.6.1 บรรจุของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 4 ชุด ชุดละ 100 กรัมดังนี้

4.6.1.1 ชุดที่ 1 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกรอง

4.6.1.2 ชุดที่ 2 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกลั่น

4.6.1.3 ชุดที่ 3 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากรอง

4.6.1.4 ชุดที่ 4 ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น

4.6.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

4.6.3 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.8

4.6.4 เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้ากับค่าการนำไฟฟ้าในตารางที่ 4.9 - 4.10

ตารางที่ 4.8 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ครั้งที่	วิธีการกรอง		วิธีการกลั่น	
		DCV	mA	DCV	mA
ของเหลวที่ได้จาก	1	0.87	2.68	0.84	0.28
ลำต้นกล้วยสด	2	0.87	2.67	0.84	0.27
	3	0.88	2.67	0.84	0.27
	เฉลี่ย	0.87	2.67	0.84	0.27
ของเหลวที่ได้จาก	1	0.96	3.88	0.84	0.37
ลำต้นกล้วยเน่า	2	0.95	3.89	0.85	0.36
	3	0.96	3.88	0.85	0.35
	เฉลี่ย	0.96	3.88	0.85	0.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ (จากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.8)

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
		DCV	mA
ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกรอง	16.17	0.87	2.67
ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดกลั่น	0.20	0.84	0.27

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ (จากตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.8)

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
		DCV	mA
ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากรอง	31.13	0.96	3.88
ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น	0.20	0.85	0.36

จากตารางที่ 4.8 - 4.10 เมื่อเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่น ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์พบว่า

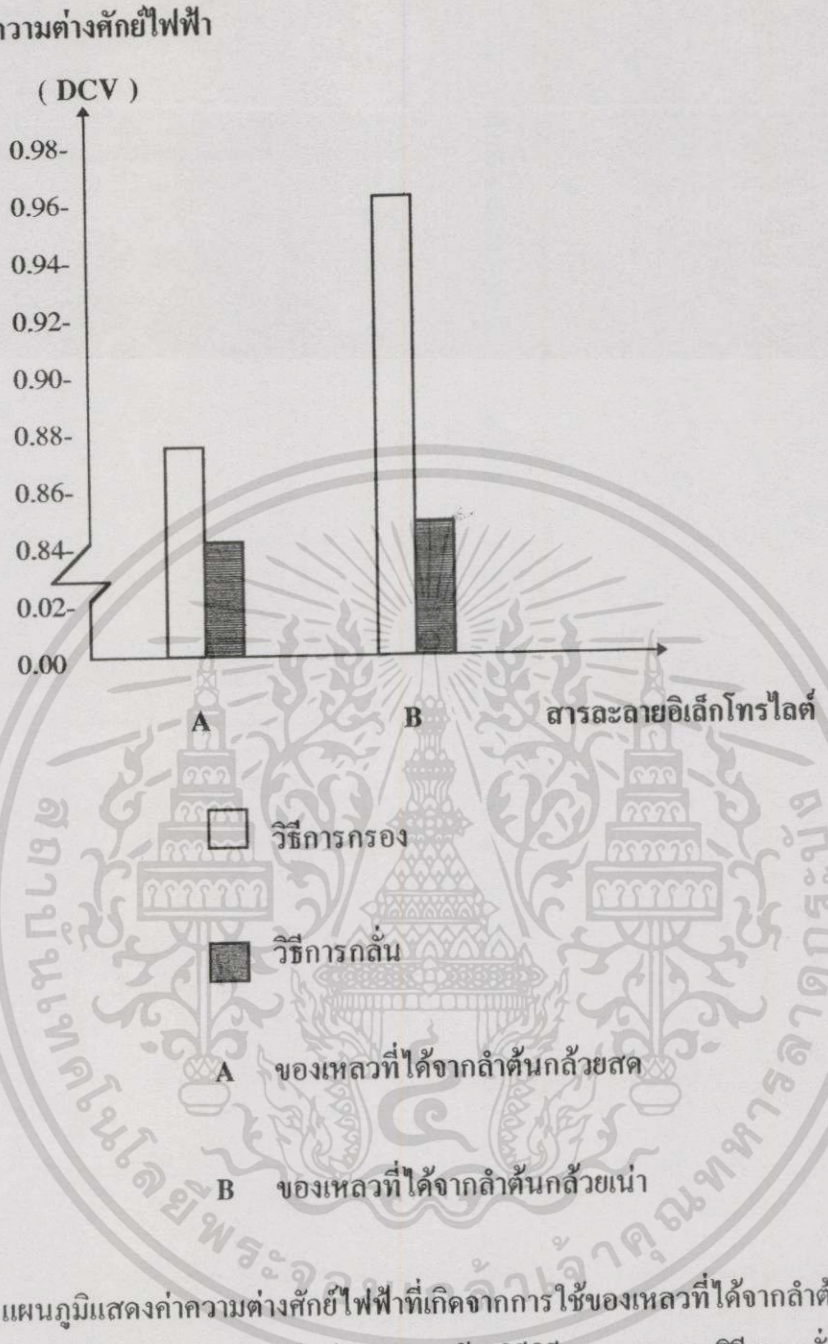
(1) ค่าของการนำไฟฟ้าให้ผลสอดคล้องกับค่าของพลังงานไฟฟ้าโดยแปรผันตามกัน

(2) ค่าของพลังงานไฟฟ้าระหว่างค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากับค่ากระแสไฟฟ้าแปรผันตามกันคือ $V \alpha I$ ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม $V = IR$ (สมโภค สุขอนันต์ และสามารถ พงศ์ไพบูลย์. มปป. : 112)

(3) ค่าของพลังงานไฟฟ้าจากวิธีการกรองให้ค่ามากกว่าวิธีการกลั่น

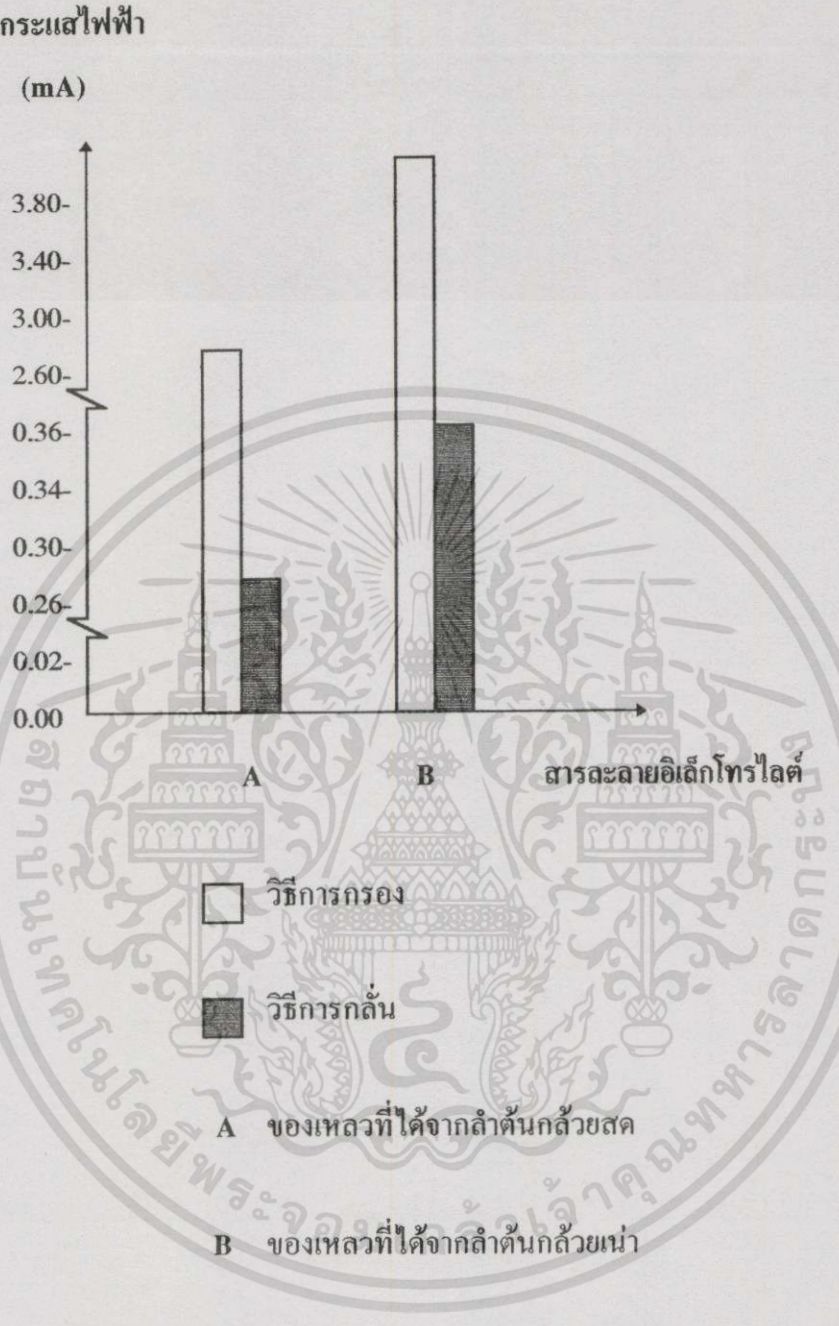
(4) ค่าของพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าของเหลวจากลำต้นกล้วยสดสรุปได้ในภาพที่ 4.5-4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



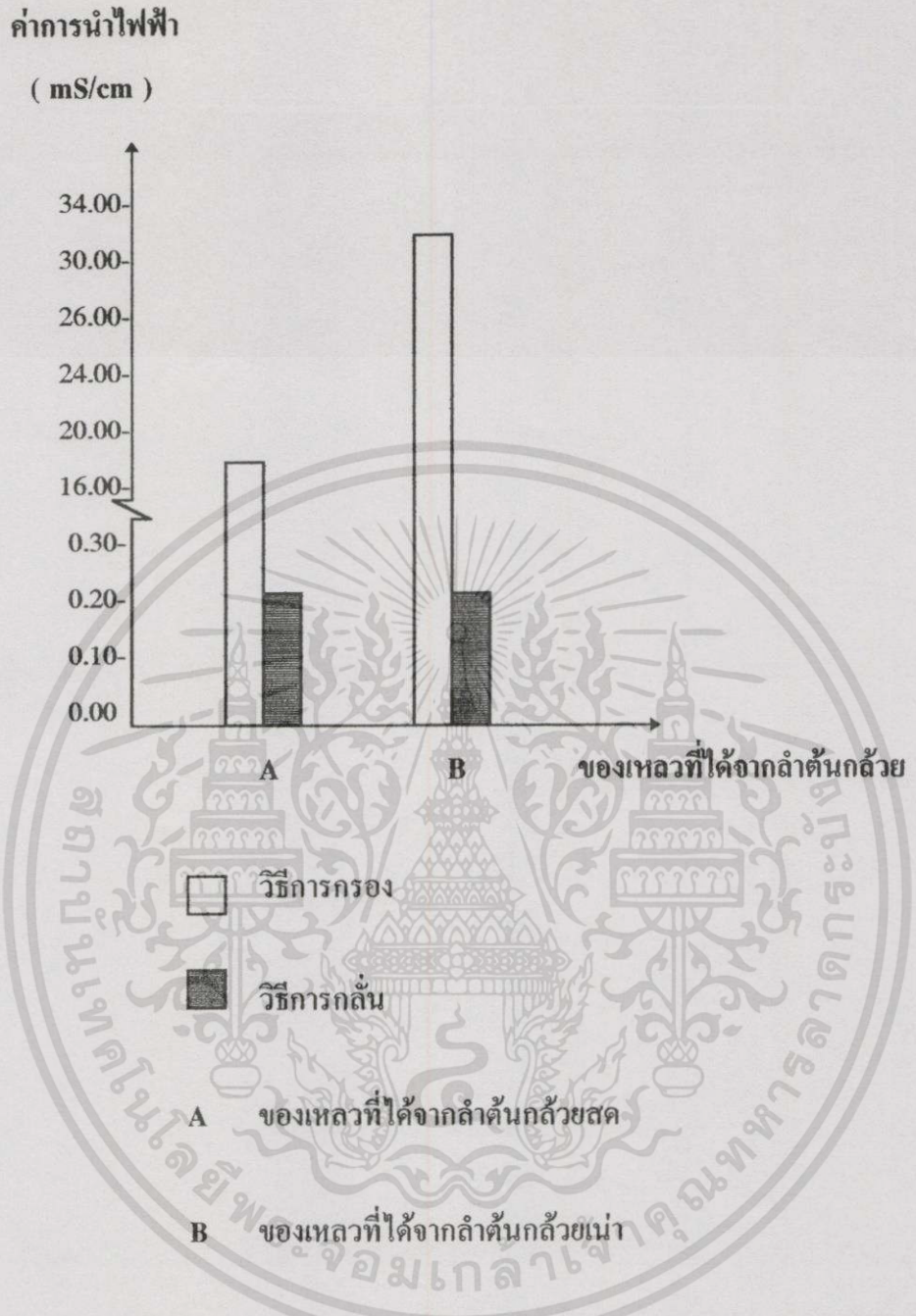
ภาพที่ 4.5 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีวิธีการกรองและวิธีการกลั่นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 กิจกรรมที่ 7 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.4 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.7.1 บรรจุของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าในบีกเกอร์ขนาด 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร 2 ชุด ชุดละ 100 กรัมดังนี้

4.7.1.1 ชุดที่ 1 ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสด

4.7.1.2 ชุดที่ 2 ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่า

4.7.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

4.7.3 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.11

4.7.4 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV)				ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสด	0.76	0.76	0.76	0.76	5.60	5.55	5.60	5.58
ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่า	0.84	0.83	0.83	0.83	9.31	8.98	9.02	9.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าจากของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นและของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ (เปรียบเทียบจากตารางที่ 4.3 ตารางที่ 4.9 ตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11)

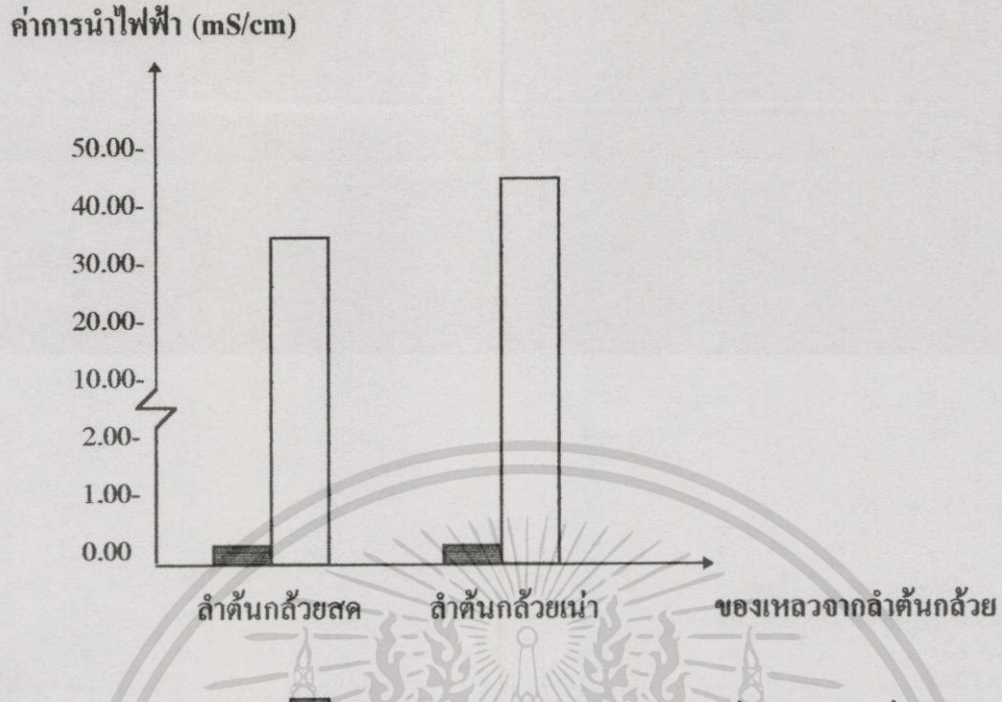
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
		DCV	mA
ของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยสด	0.20	0.84	0.27
ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสด	32.60	0.76	5.58
ของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่า	0.20	0.85	0.36
ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่า	44.70	0.83	9.10

จากตารางที่ 4.11 - 4.12 ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าการนำไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์พบว่า

(1) ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสด

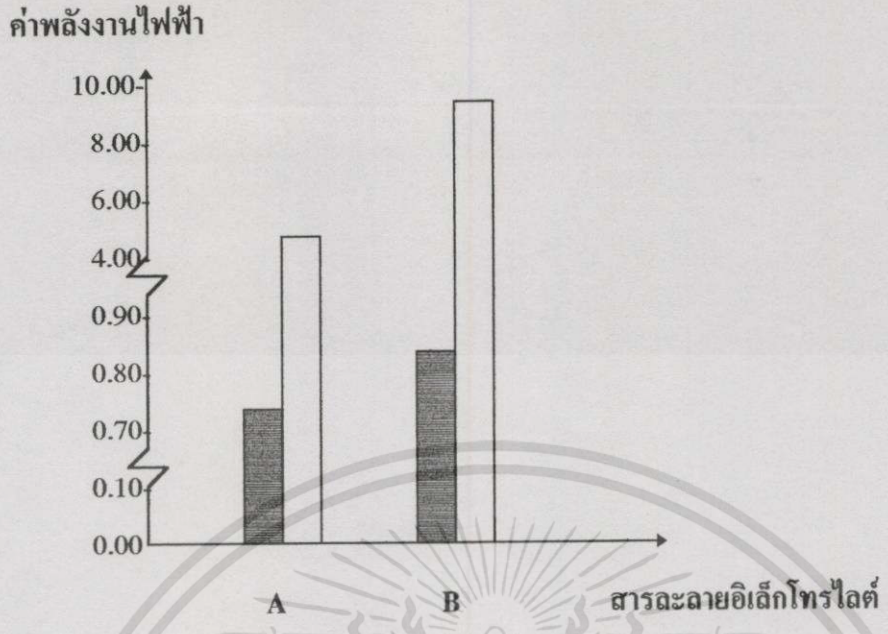
(2) ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าการนำไฟฟ้าสอดคล้องกับค่าพลังงานโดยแปรผันตามกันและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าก็แปรผันตามค่าของกระแสไฟฟ้าด้วยคือ $V \propto I$ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 - 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นและของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่า (จากตารางที่ 4.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 กิจกรรมที่ 8 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่า ความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.8.1 สร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี 3 ชนิดคือ 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์ ชนิดละ 3 ชุด รวม 9 ชุด

4.8.1.1 ชนิดที่ 1 ใช้ของเหลวที่กลั่นจากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

4.8.1.2 ชนิดที่ 2 ใช้ของเหลวที่กรองจากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100% เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

4.8.1.3 ชนิดที่ 3 ใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก (1 M H_2SO_4) เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

4.8.2 ทำเหมือนกิจกรรมที่ 5 ข้อ 3.4.5.2

4.8.3 บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.13 และแสดงในภาพที่ 4.10 - 4.11

4.8.4 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าในตารางที่ 4.14 และแสดงในภาพที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

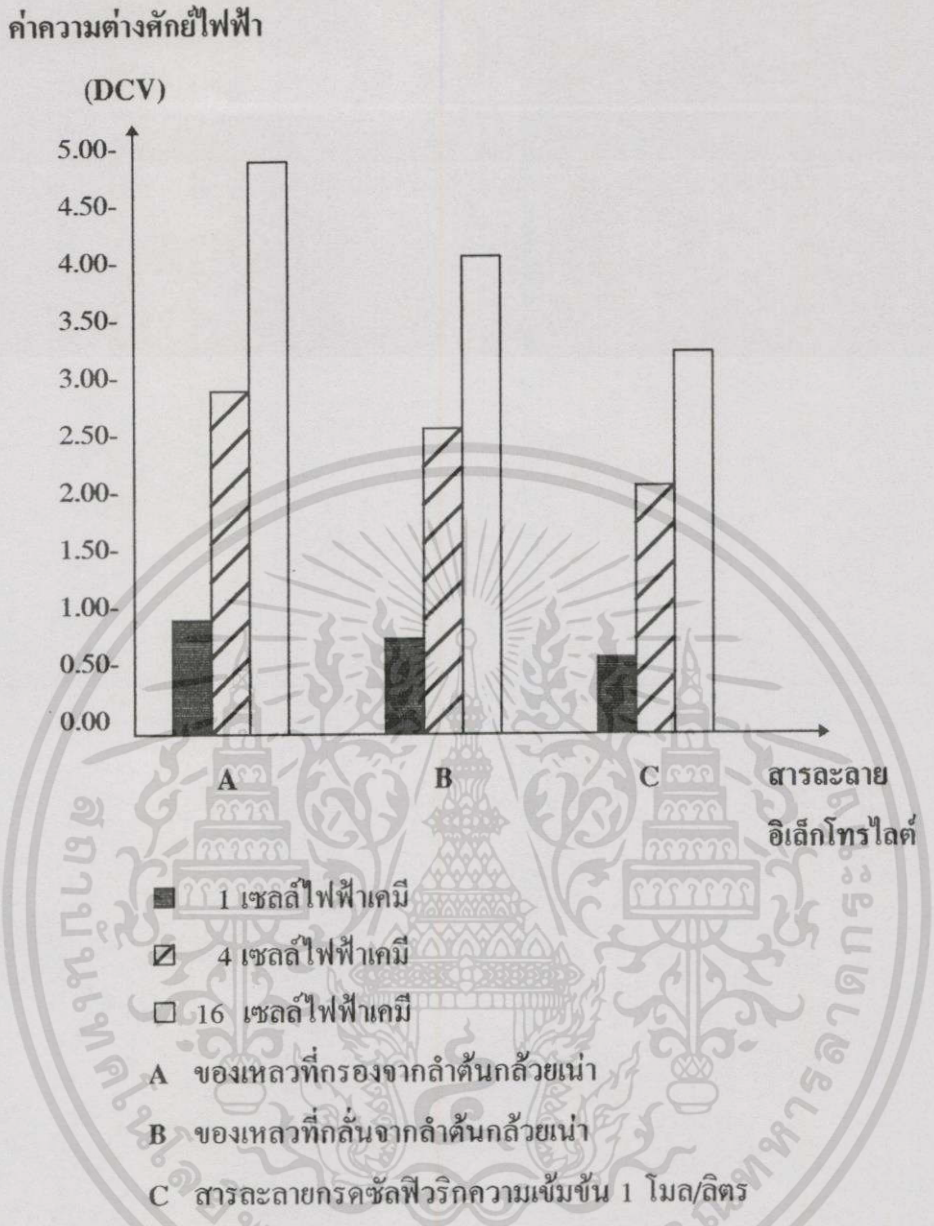
ตารางที่ 4.13 ผลการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	จำนวนเซลล์ไฟฟ้า	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (DCV)				ค่ากระแสไฟฟ้า (mA)			
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
ของเหลวที่กรอง	1	0.96	0.95	0.96	0.96	3.88	3.89	3.88	3.88
จากลำต้น	4	2.89	2.90	2.90	2.90	5.17	5.15	5.14	5.15
กล้วยเน่า	16	4.80	4.82	4.84	4.82	7.64	7.64	7.63	7.64
ของเหลวที่กลั่น	1	0.84	0.85	0.85	0.85	0.37	0.36	0.35	0.36
จากลำต้น	4	2.53	2.54	2.54	2.54	1.09	1.10	1.10	1.10
กล้วยเน่า	16	4.00	4.00	4.01	4.00	3.53	3.54	3.55	3.54
สารละลายกรด	1	0.65	0.70	0.80	0.71	21.00	13.00	13.00	15.67
ซัลฟิวริก	4	1.95	2.00	1.95	1.97	17.00	20.20	20.23	19.08
(1 M H_2SO_4)	16	3.20	2.90	3.03	3.04	23.50	22.50	23.00	23.00

ตารางที่ 4.14 การเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้ากับค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์

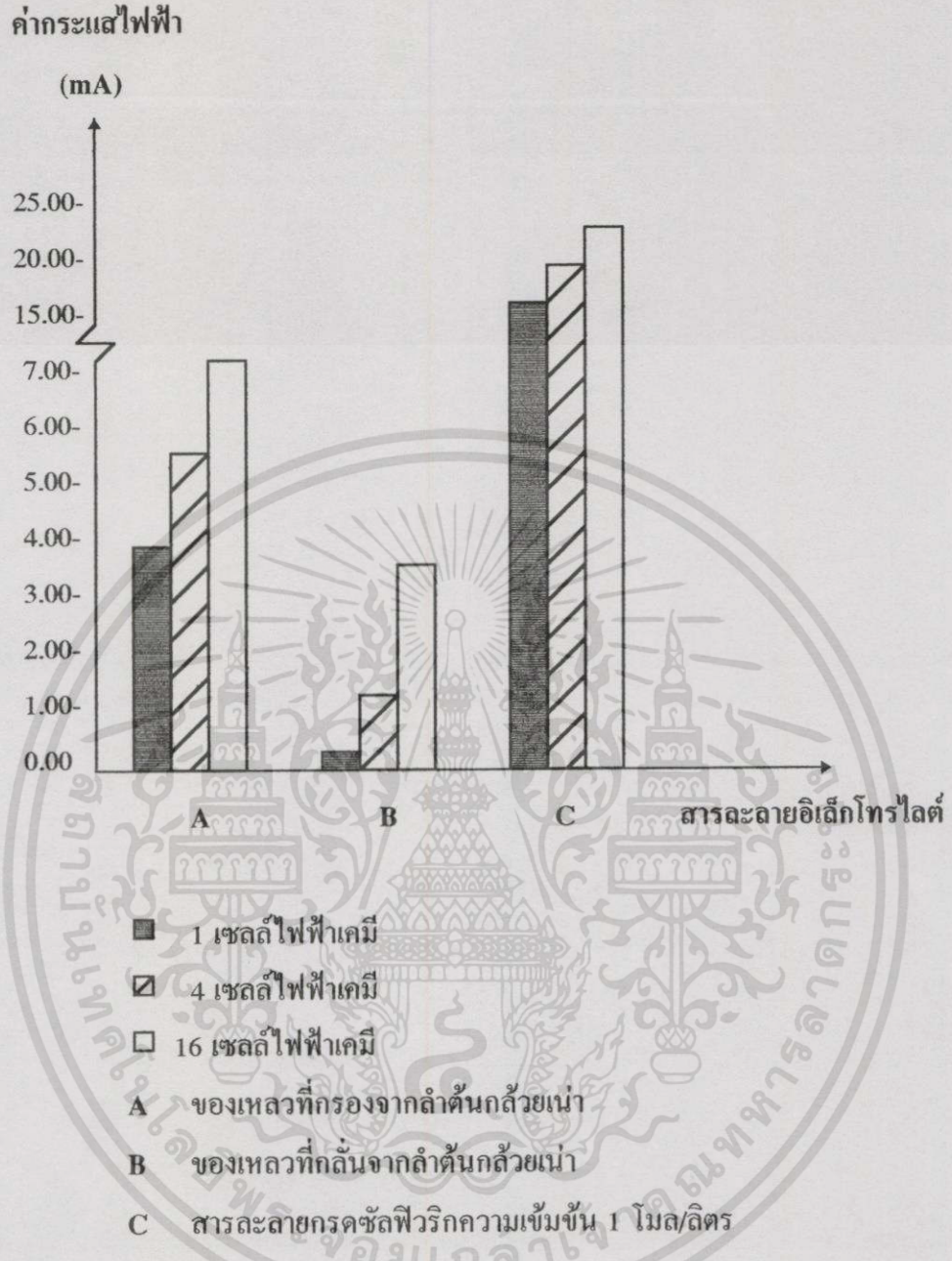
สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)	ค่าพลังงานไฟฟ้า	
		DCV	mA
(1 M H_2SO_4)	51.40	0.71	15.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



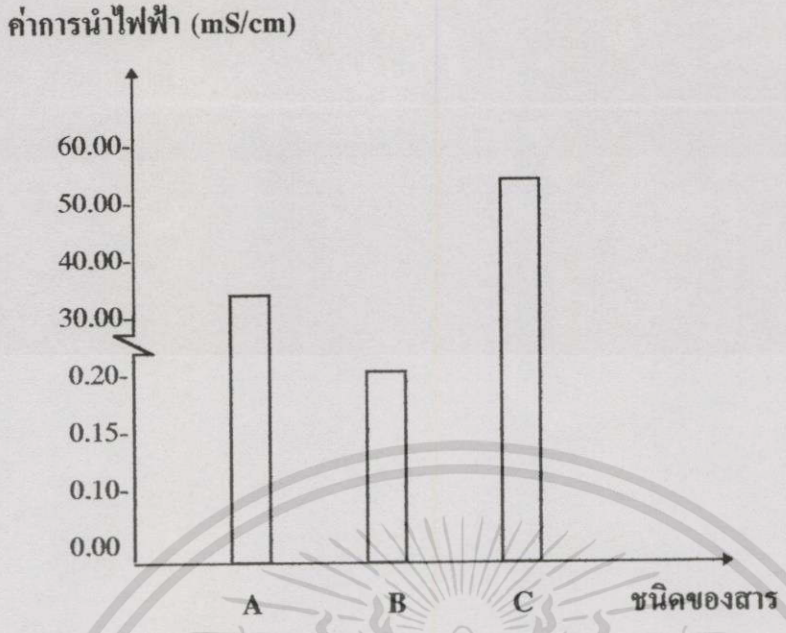
ภาพที่ 4.10 แผนภูมิแสดงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.11 แผนภูมิแสดงค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากรอง

B ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น

C สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

ภาพที่ 4.12 แผนภูมิแสดงค่าการนำไฟฟ้าของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร (จากตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 กิจกรรมที่ 9 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งของแข็งและของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.9.1 ประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าเคมีและต่ออนุกรมชุดละ 3 เซลล์ เพื่อใช้กับอุปกรณ์1 ชนิด โดยต้องพิจารณาการนำไปใช้ด้วยว่าเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใด ผู้วิจัยได้เลือกใช้ดังนี้

4.9.1.1 ชุดที่ 1 ใช้ผลกล้วยสุกทั้งผลเป็นอิเล็กโทรไลต์เพราะให้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในส่วนที่เป็นของแข็ง อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เครื่องเสียงขนาดย่อม (วงล้อสี)

4.9.1.2 ชุดที่ 2 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกรองลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์เพราะให้ค่าพลังงานมากที่สุดในส่วนที่เป็นของเหลว อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เกมกด

4.9.1.3 ชุดที่ 3 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกรองลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 25 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่นำไปใช้คือ เกมกด (เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 100 %)

4.9.1.4 ชุดที่ 4 ใช้ของเหลวที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้คือ เครื่องคิดเลข

4.9.1.5 ชุดที่ 5 ใช้ของเหลวส่วนที่ได้จากการกลั่นลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 25 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่นำไปใช้คือ เครื่องคิดเลข (เพื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้น 100 %)

4.9.2 บันทึกผลของระยะเวลาที่นำอุปกรณ์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วัน, เวลา) ในตารางที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลของการนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งของแข็งและของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ จากเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์

สารอิเล็กโทรไลต์	ความเข้มข้น (%)	ระยะเวลาที่นำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง		
		เครื่องคิดเลข	เกมกด	เครื่องเสียงขนาดย่อม
1. ผลกล้วยสุก	-	-	-	25 วัน
2. ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่ากรอง	100	-	9 วัน	-
3. ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่ากรอง	25	-	1.5 วัน	-
4. ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น	100	4 วัน	-	-
5. ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่ากลั่น	25	1 วัน	-	-

จากตารางที่ 4.15 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งของแข็งและของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรม 3 เซลล์ไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ พบว่าสามารถนำพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของของเหลวด้วย ถ้ามีความเข้มข้นมากระยะเวลาที่สามารถนำไปใช้ได้ก็จะนานและถ้าความเข้มข้นน้อยระยะเวลาการใช้งานก็จะสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 กิจกรรมที่ 10 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมนี้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อ 1.2.5 วิธีการทดลองทำได้ดังนี้

4.10.1 ประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าเคมีและต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์โดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ อุปกรณ์ที่เหมาะต่อการนำไปใช้คือ นาฬิกาฝาผนัง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วและสารละลายกรดซัลฟิวริกทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้มากแต่มีข้อจำกัดเพราะปฏิกิริยาที่รุนแรงจะทำให้อิเล็กโทรดคือแผ่นสังกะสีสลายตัวเร็วขึ้นจะทำให้ระยะเวลาของการนำไปใช้ได้ไม่นาน และสารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารเคมีที่มีอันตราย

4.10.2 บันทึกผลของระยะเวลาที่นำอุปกรณ์ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วัน, เวลา) ในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลของการนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ จากเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์

สารละลายอิเล็กโทรไลต์	ความเข้มข้น	ระยะเวลาที่นำไปใช้กับอุปกรณ์ (นาฬิกาฝาผนัง)	หมายเหตุ
สารละลายกรดซัลฟิวริก	1 โมล/ลิตร	4 ชั่วโมง	แผ่นสังกะสีสลายตัวหมด

จากตารางที่ 4.16 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ต่อแบบอนุกรมจำนวน 3 เซลล์ไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง พบว่าสามารถนำพลังงานไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้นอย่างรุนแรงจึงทำให้อิเล็กโทรดคือแผ่นสังกะสีสลายตัวได้เร็วมากและหมดภายในเวลา 4 ชั่วโมง ดังนั้นประสิทธิภาพการใช้งานสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงมีระยะเวลาเพียง 4 ชั่วโมงเท่านั้น

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และทำให้เกิดปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีได้พลังงานไฟฟ้าแบบกระแสตรง เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 305) และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ว 035) และเพื่อประชาสัมพันธ์เผยแพร่ให้ครู อาจารย์ นักเรียน นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจทั่วไปได้นำความรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าจากต้นกล้วยไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ทั้งในด้านการเรียนการสอนและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจและสังคมของเยาวชนและประชาชนในท้องถิ่น

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1 ศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

5.1.2 ศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยและสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

5.1.3 ศึกษาเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสดกับของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

5.1.4 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

5.1.5 ศึกษาเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์

5.2 สมมติฐานของการวิจัย

ของเหลวจากลำต้นกล้วยมีสภาพเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ สามารถนำมาใช้สำหรับเซลล์อิเล็กโทรไลต์เพื่อสร้างพลังงานไฟฟ้า โดยต่อแบบอนุกรมหลาย ๆ เซลล์ และสามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงแทนพลังงานจากถ่านไฟฉายได้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ขอบเขตของการวิจัย

5.3.1 ศึกษาความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย

5.3.2 การทดสอบและเปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร ส่วนของต้นกล้วยที่ใช้ศึกษามีดังนี้

5.3.3.1 ราก

5.3.3.2 ลำต้น

5.3.3.3 ดอกกล้วย

5.3.3.4 ผล (ผลดิบและผลสุก)

5.3.3.5 ที่เป็นของเหลวจากการกรองและการกลั่นของเหลวจากลำต้นสดและของเหลวจากลำต้นเน่า

5.3.3 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการนำของเหลวจากลำต้นกล้วยมาใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์

5.3.4 การทดสอบเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี โดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าจากการกรองและการกลั่น ความเข้มข้น 100% กับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมลเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

5.3.5 การทดลองใช้แผ่นทองแดง (Cu) กับแผ่นสังกะสี (Zn) เป็นขั้วไฟฟ้าโดยมีความกว้าง 1 เซนติเมตร และความยาว 7 เซนติเมตร

5.3.6 การทดสอบผลของการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง

5.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

5.4.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

5.4.1.1 ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่

(1) ราก

(2) ลำต้น

(3) ดอกกล้วย

(4) ผล (ผลดิบและผลสุก)

5.4.1.2 สภาพของต้นกล้วย

(1) ของเหลวจากลำต้นกล้วยสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า

5.4.1.3 วิธีแยกของเหลวจากลำต้นกล้วย

(1) วิธีการกรอง

(2) วิธีการกลั่น

5.4.1.4 ปริมาณความเข้มข้น

(1) ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยใช้ความเข้มข้น 100 % 75 % 50 % และ 25 % เปรียบเทียบโดยน้ำหนักต่อน้ำหนักในหน่วยกรัม ซึ่งจะทำให้เจือจางโดยใช้น้ำกลั่น

(2) สารละลายกรดซัลฟิวริก ใช้ความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

5.4.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเซลล์ไฟฟ้าเคมี ซึ่งวัดได้จากค่าความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)และค่ากระแสไฟฟ้าในหน่วยมิลลิแอมแปร์ (mA)

5.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.5.1 ประชากร ประชากรในกลุ่มตัวอย่างนี้คือ ต้นกล้วยน้ำว้า และสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

5.5.2 กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยน้ำว้า และสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก และส่วนที่เป็นของเหลวคือของเหลวจากลำต้นกล้วยสด และของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่า เพื่อศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพของการนำไฟฟ้า หรือความเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

5.6 วิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลในรูปแบบของกระบวนการทดลอง โดยได้แบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 10 กิจกรรมดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยโดยใช้เครื่อง 654 pH-meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งสดและเน่า และสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร โดยใช้เครื่อง

Konduktometer CG 855

กิจกรรมที่ 3 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยได้แก่ ราก ลำต้น ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก เป็นสารอิเล็กโทรไลต์

กิจกรรมที่ 4 การทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

กิจกรรมที่ 5 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันคือ 100% 75% 50% และ 25%

กิจกรรมที่ 6 การทดสอบskค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยเปรียบเทียบจากวิธีการกรองและวิธีการกลั่น

กิจกรรมที่ 7 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวส่วนที่เหลือจากการกลั่นลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

กิจกรรมที่ 8 การทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าความเข้มข้น 100 % ด้วยวิธีการกรองและวิธีการกลั่นกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 3 ชนิด ที่ผู้วิจัยประดิษฐ์ขึ้นคือ 1 เซลล์ 4 เซลล์ และ 16 เซลล์

กิจกรรมที่ 9 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยทั้งส่วนที่เป็นของแข็งและส่วนที่เป็นของเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมที่ 10 การนำพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์และนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงขนาด 1.5 โวลต์ โดยวัดระยะเวลาการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.7.1 สมบัติความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย จะมีสภาพที่แตกต่างกันออกไป จากการวัดด้วยเครื่อง 654 pH-Meter ได้ค่า pH หลายระดับดังนี้ ส่วนที่ให้ค่า pH ระดับต่ำได้แก่ส่วนของผลสุก pH 4.6 ส่วนที่ให้ค่า pH ระดับกลาง ได้แก่ส่วนของราก pH 5.50 ลำต้นกล้วยสด pH 5.53 ผลดิบ pH 5.63 ดอกกล้วย pH 6.23 ส่วนที่ให้ค่า pH ระดับสูง ได้แก่ส่วนของลำต้นกล้วยเน่า pH 7.37

5.7.2 สมบัติการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยโดยใช้เครื่อง Konduktometer CG 855 ได้ค่าการนำไฟฟ้าโดยเรียงตามลำดับจากน้อยไปหามากได้ดังนี้ ลำต้นกล้วยสด 16.30 mS/cm ดอกกล้วย 21.00 mS/cm ราก 25.20 mS/cm ผลดิบ 27.20 mS/cm ตามลำดับ และสำหรับสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรให้ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 51.40 mS/cm

5.7.3 สมบัติการทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์จะให้ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยสังเกตจากค่าความต่างศักย์ในหน่วยโวลต์ (V) ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ ซึ่งให้ผลสอดคล้องหรือแปรผันตามค่าของการนำไฟฟ้าโดยเรียงตามลำดับจากน้อยไปมากดังนี้ ลำต้นกล้วยสด 0.88 V ดอกกล้วย 0.91 V ราก 0.96 V ผลดิบ 1.02 V และผลสุก 1.10 V

ผลของการเปรียบเทียบการเกิดพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสดกับลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ พบว่าของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าพลังงานไฟฟ้าในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ ได้มากกว่าของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดดังนี้ ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดให้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.88 V และของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.96 V

5.7.4 สมบัติของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยทั้งสดและลำต้นกล้วยเน่าเมื่อมีความเข้มข้นที่ต่างกันคือ 100% 75% 50% และ 25% เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ พบว่าของเหลวที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าคือของเหลวที่มีความเข้มข้น 100% เนื่องจากให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7.5 การเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยความเข้มข้น 100% กับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตร เป็นสารละลาย

อิเล็กโทรไลต์ พบว่าสารละลายกรดซัลฟิวริกทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าได้มากคือ ใน 1 เซลล์ไฟฟ้าเคมี จะให้ค่าความต่างศักย์ 0.71 V และให้ค่ากระแสไฟฟ้า 15.67 mA แต่จะใช้ระยะเวลาน้อยการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สั้นเนื่องจากอิเล็กโทรดสลายตัวได้เร็ว

พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์จะให้ค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าที่ได้มาต่อแบบอนุกรมหลาย ๆ เซลล์ สามารถนำไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงได้ และเมื่อพิจารณาค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้า พบว่าค่าของความต่างศักย์ไฟฟ้าจะแปรผันตามค่าของกระแสไฟฟ้าหรือ $V \propto I$ ซึ่งก็เป็นไปตามกฎของโอห์ม $V = IR$ (สมโภค สุขอนันต์และสามารถ พงศ์ไพบูลย์. มปป. :112) และทุกส่วนของต้นกล้วยสามารถใช้เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ได้ ค่าของพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ในเซลล์ไฟฟ้าเคมี 1 เซลล์ จะให้ค่าความต่างศักย์ประมาณ 0.5 โวลต์ และให้ค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 2.5 มิลลิแอมแปร์ เมื่อนำมาต่ออนุกรมจำนวน 3 เซลล์จะให้ค่าความต่างศักย์ประมาณ 1.5 โวลต์ หรือเท่ากับค่าความต่างศักย์ของถ่านไฟฉาย 1 ก้อน จึงสามารถนำมาต่อเข้ากับโหลดที่เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นของเหลวจากลำต้นกล้วยสามารถนำมาใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทนสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม

5.8 อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลในรูปแบบของกระบวนการทดลองโดยได้ศึกษาค่าความเป็นกรด-เบส ค่าการนำไฟฟ้า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้ส่วนต่าง ๆของต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ และการนำพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรง ตลอดจนการศึกษาเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวจากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากการศึกษาสรุปได้ดังนี้

5.8.1 จากการศึกษาสภาพความเป็นกรด-เบส จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย ได้แก่ ราก ดอกกล้วย ผลดิบ ผลสุก ลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่า โดยใช้เครื่อง 654 pH-meter ทดสอบค่าความเป็นกรด-เบส พบว่า ส่วนที่ให้ค่า pH ในระดับต่ำ ได้แก่ส่วนของผลสุก pH 4.6 ส่วนที่ให้ค่า pH ในระดับกลาง ได้แก่ราก pH 5.50 ลำต้นกล้วยสด pH 5.53 ผลดิบ pH 5.63 ดอกกล้วย pH 6.23 และส่วนที่ให้ค่า pH ระดับสูง ได้แก่ส่วนของลำต้นกล้วยเน่า pH 7.37

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8.2 จากการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าจากของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วย โดยใช้เครื่อง Konduktomiter CG 855 พบว่าของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ 32.43 mS/cm

5.8.3 จากการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยสด และของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ พบว่าของเหลวจากลำต้นกล้วยเน่าให้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่าของเหลวจากลำต้นกล้วยสด ดังนั้นของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยเน่าจึงเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่ดีกว่าของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสด

5.8.4 จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยสดและลำต้นกล้วยเน่าต้นกล้วยเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ และเปลี่ยนแปลงปริมาณความเข้มข้นของของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยในปริมาณที่ต่างกันคือ 100 % 75 % 50 % และ 25 % ตามลำดับ โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักและทำให้เจือจางโดยน้ำกลั่น พบว่าของเหลวที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสมต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้าคือของเหลวที่มีความเข้มข้น 100% เนื่องจากให้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

5.8.5 จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้วยกับการใช้สารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1 โมล/ลิตรเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พบว่าสารละลายกรดซัลฟิวริกทำให้เกิดค่าพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า และสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ ได้ แต่เนื่องจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้าเคมีเกิดรุนแรงกว่า จึงทำให้อิเล็กโทรด คือแผ่นสังกะสีสลายตัวเร็ว ดังนั้นระยะเวลาของการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าจึงสั้น สำหรับผลของการเกิดปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีจากของเหลวที่ได้จากลำต้นกล้วยจะเกิดขึ้นแบบไม่รุนแรง การสลายตัวของอิเล็กโทรดจึงเกิดขึ้นช้า ดังนั้นระยะเวลาของการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้จึงใช้ได้นานหลาย ๆ วันอีกทั้งเป็นการใช้สารจากธรรมชาติได้อย่างปลอดภัยจึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบกระแสตรงในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.9.1.1 ได้สารอิเล็กโทรไลต์ที่ประหยัดและปลอดภัยคือ ของเหลวจากลำต้นกล้วย

5.9.1.2 ได้พลังงานไฟฟ้าซึ่งผลิตได้จากสารธรรมชาติคือ พลังงานไฟฟ้าจากต้นกล้วย และสามารถนำไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบกระแสตรงแทนพลังงานจากถ่านไฟฉายได้

5.9.1.3 ได้สื่อการเรียนการสอน โดยนำไปใช้ประกอบการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ว 305) และรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ว 035)

5.9.1.4 ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อวัสดุการทดลองวิทยาศาสตร์

5.9.1.5 สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการใช้ของเหลวจากลำต้นกล้วยเป็นสารอิเล็ก-โทรไลต์ไปเผยแพร่ต่อครู อาจารย์ นักเรียน นักศึกษา เพื่อประโยชน์ด้านการเรียนการสอนและประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทั่วไปได้ทราบถึง เทคนิค และวิธีการประดิษฐ์เซลล์ไฟฟ้าจากต้นกล้วยให้รู้จักกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัดและปลอดภัย ตลอดจนวัสดุก็หาได้ง่ายในท้องถิ่น เพื่อการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5.9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

5.9.2.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของของเหลวจากลำต้นกล้วยน้ำว้าสดและของเหลวจากลำต้นกล้วยน้ำว้าเน่า

5.9.2.2 ศึกษาสมบัติในการเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากลำต้นกล้วยชนิดต่าง ๆ

5.9.2.3 ศึกษาความเหมาะสมของของเหลวจากลำต้นกล้วยเพื่อใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แทนสารเคมีในแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2519. **คู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 3 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กองการค้นคว้าและทดลอง, กรมกสิกรรม. 2511. **กล้วย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ส่วนท้องถิ่น กรมการปกครอง.

กฤษณา ชุติมา. 2519. **หลักเคมีทั่วไป.** กรุงเทพฯ : ศึกษาสัมพันธ์.

เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2528. **การจำแนกไม้ผล.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เกศินี ระมิงค์วงศ์. 2528. **ไม้ผลเมืองร้อน.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คณะกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาเคมี. 2538. **โครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัยของทบวงมหาวิทยาลัย.** พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : ไทยร่มเกล้า.

คณะกรรมการจัดการสัมมนาและนิทรรศการกล้วยครบวงจร. 2541. **การสัมมนาและนิทรรศการกล้วยครบวงจร.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาเคมี ตามโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย. 2538. **เคมีเล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 8. นนทบุรี : ไทยร่มเกล้า.

คณะอนุกรรมการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาเคมี ตามโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย. 2538. **เคมีเล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 6. นนทบุรี : ไทยร่มเกล้า.

ชวิน เป้าอารีย์. 2525. **ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ปรีชาการพิมพ์.

เดียว วงศ์สุวรรณและคณะ. 2530. **กล้วย.** กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซ็ท.

ทวีเกียรติ ยิ้มสวัสดิ์. 2527. **กล้วย.** กรุงเทพฯ : สหประชาพาณิชย์.

ทองศุข พงศทัตและคณะ. 2515. **อินทรีย์เคมี เล่ม 2.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

ปรีชา สุวรรณพินิจและคณะ. มปป. **คู่มือวิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 5 ว 305.** กรุงเทพฯ : Science Center.

ประภาณี เกษมศรีและคณะ. 2535. **เคมีทั่วไป เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หน่วยศึกษานิเทศก์, กรมสามัญศึกษา. มปป. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันเรื่องกล้วย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมล เรียนวัฒนา และคณะ. 2524. **หลักเคมีพื้นฐานระดับมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยครู.** กรุงเทพฯ : เบญจรักษ์.

วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา. 2526. **พืชสวนเฉพาะ.** ลำปาง : สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. เอกสารอัดสำเนา.

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์. 2511. "โครงการรวบรวมพันธุ์กล้วย." **วารสารพืชสวน.** 3(4) : 17-25.

ยุทธนา จิตตะกวี, ผู้แปล. 2531. **Electricity.** กรุงเทพฯ : เบสบุค.

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม. 2531. **พจนานุกรมสมุนไพรไทย.** กรุงเทพฯ : โอ.เอ.พริ้นติ้งเฮ้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มปป. **หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว 101.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มปป. **หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 5 ว 305.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2531. "เอกสารสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เล่ม 2." **โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระดาษ.** 1-19.

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน. 2532. **สมุนไพรไทย.** กรุงเทพฯ : กระทรวงสาธารณสุข. เอกสารอัดสำเนา.

สุธน เสถียรยานนท์. มปป. **คู่มือเคมี เล่ม 5-6 ว 035-ว 036.** กรุงเทพฯ : ประสานมิตร.

สมพงศ์ จันทร์โพศรี. 2521. **Modern Academic Chemistry เคมี ม.6 เล่ม 6 ว 035.** กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง.

สมโภค สุขอนันต์และสามารถ พงศ์ไพบูลย์. มปป. **คู่มือเตรียมสอบวิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 6 ว 306.** กรุงเทพฯ : ธีรพงษ์การพิมพ์.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, ผู้แปล. 2534. **ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิคส์เบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : เอเชียเพรส.

โสภณ ชัยรัตนอุดมกุล. 2523. **เคมีปัจจุบัน (Chemistry Today).** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา.

อักษร ศรีเปล่ง. 2521. **พฤษศาสตร์ทั่วไป.** กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mahan, B.H. 1967. **University Chemistry.** Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company.

Simmonds, N.W. 1970. **Banana.** London : Longman Group Ltd.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ /38 /2541

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ

และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.ปรียาพร	วงศ์อนุตรโรจน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.อรวรรณ	ชัยลภากุล	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
ดร.อัญชลีพร	วาริทสวัสดิ์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.พรรณี	ลีกิจวัฒนะ	กรรมการประจำสาขาวิชา
รศ.ดร.ปรียาพร	วงศ์อนุตรโรจน์	กรรมการประจำสาขาวิชา
ดร.อรวรรณ	ชัยลภากุล	กรรมการ
ดร.อัญชลีพร	วาริทสวัสดิ์	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๒ พฤษภาคม 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2541

1. นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์" โดยมี รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล และ ดร.อัญชลีพร วาริทสวัสดิ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ.2541

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. งานบัณฑิตศึกษา โทร. 2663,2642

ที่ ทม 1504/ 1709 **วันที่** 5 มิถุนายน 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วย นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน นักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ มีความประสงค์จะขอยืมใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง 'การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์' และขอความอนุเคราะห์อาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ภาควิชาเคมี เป็นผู้ควบคุมดูแลระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ตลอดภาคการศึกษาที่ 1/2541

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุญช่วย ชาญประโคน เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2506 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษา การศึกษาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน ปีการศึกษา 2529

ปี พ.ศ 2534 เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนตาคงวิทยา-รัชมังคลาภิเษก อำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ สังกัดกรมสามัญศึกษา ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนตาคงวิทยารัชมังคลาภิเษก

ผลงานวิชาการและรางวัล ปี พ.ศ. 2540 ได้รับรางวัลชนะเลิศระดับประเทศ ในการประกวดสื่อการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อม จัดโดยกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 8-10 กรกฎาคม 2540 ณ โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้